



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KOBAYASHI et al

Serial No.: 10/670,316

Filed: September 26, 2003

For: FUEL CELLS SYSTEM

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 USC 119

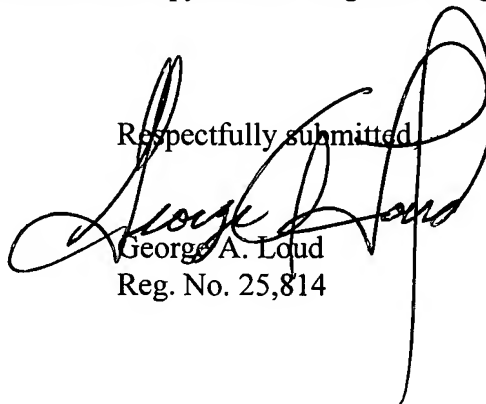
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of Japanese Application No. 2002-284567 filed September 27, 2002, under the International (Paris) Convention for the Protection of Industrial Property (Stockholm Act, July 14, 1967), is hereby requested and the right of priority provided in 35 USC 119 is here claimed.

In support of this claim to priority a certified copy of said original foreign application is submitted herewith.

Respectfully submitted,



George A. Loud  
Reg. No. 25,814

Dated: October 21, 2003

LORUSSO, LOUD & KELLY  
3137 Mount Vernon Avenue  
Alexandria, VA 22305  
(703) 739-9393

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    9 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 8 4 5 6 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 2 8 4 5 6 7 ]

出      願      人                      株式会社エクス・リサーチ  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 EQ02071

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01M 4/86

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区外神田 2 丁目 1 9 番 1 2 号 株式会社エ  
クロス・リサーチ内

【氏名】 小林 康二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区外神田 2 丁目 1 9 番 1 2 号 株式会社エ  
クロス・リサーチ内

【氏名】 堀口 宗久

【特許出願人】

【識別番号】 591261509

【氏名又は名称】 株式会社エクロス・リサーチ

【代理人】

【識別番号】 100095289

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀 弘

【電話番号】 3829-9952

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 073130

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9502882

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池の単位セルに燃料ガスを供給する燃料室と、前記燃料室に燃料ガスを導入する燃料供給手段と、燃料電池始動時の燃料ガスの供給圧力を、通常運転時の供給圧力よりも高い圧力とする圧力調整手段を有する燃料電池システム。

【請求項 2】 圧力調整手段は、可変調圧弁と、可変調圧弁の設定値を変更する制御手段とを有する請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 圧力調整手段は、並列に設けられた調圧弁と、設定されている圧力値が、前記調圧弁より高い起動時調圧弁と、起動時調圧弁側流路に設けられた開閉弁と、該開閉弁を開閉操作する切換手段とを有する請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記燃料室から排出されるガスの燃料ガス濃度を検出するガス濃度検出手段を有し、燃料ガス濃度が設定濃度以下である場合には、その旨を報知する報知手段を有する請求項 1～3 のいずれか 1 に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、燃料電池システムに係り、詳しくは、起動時に燃料ガスを短時間で供給し得る燃料電池システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、高分子電解質膜を使用した燃料電池では、電解質膜を挟んだ両側で燃料ガス或いは酸化ガスがイオン化し、そのイオンが電解質膜を透過して電気化学的な反応を生じるものであるから、電解質膜を挟んで燃料ガスと酸化ガスが存在していれば、両者の電気化学的な反応が継続する。このため、従来では、燃料電池の運転を停止するために、燃料電池への燃料ガスおよび酸化ガスの供給を停止し

、かつ、燃料極側には、燃料ガスの変わりに空気等の置換ガスを送り込み、停止後に反応が起こらない構成を採用している。

そして、運転起動時には、燃料室に燃料ガスを送り込むことにより、置換ガスを外部に排出し反応を開始させる構成がとられている。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

一方、燃料室内において、燃料ガスの濃度が他の領域より特に濃い領域と、酸化ガスの濃度が他の領域により特に濃い領域が併存する状態、即ち、同一の燃料室内で、燃料ガスと酸化ガスが偏在した状態が発生すると、燃料ガスが偏在した部分が局部電池を形成し、酸化ガスが偏在した部分に正常発電時と逆向きの電流を流すように働くため、特に酸素極を腐食させることとなり、劣化が速くなるという問題がある。

#### 【0004】

従来の構成では、燃料電池の通常運転時に供給されている燃料ガスのガス圧と同じガス圧で、起動時における燃料ガスの供給を行っている。このため、起動時において、燃料ガスを供給すると、燃料室内では瞬間的に燃料ガスと置換ガスとの偏在が発生する。この偏在によって、電気化学反応が生じ、これによって電極が劣化するという問題があった。

この発明は、電極の劣化が抑制される燃料電池システムを提供することを目的とする。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

以上のような目的は、以下の本発明によって達成される。

(1) 燃料電池の単位セルに燃料ガスを供給する燃料室と、  
前記燃料室に燃料ガスを導入する燃料供給手段と、  
燃料電池始動時の燃料ガスの供給圧力を、通常運転時の供給圧力よりも高い圧力とする圧力調整手段を有する燃料電池システム。

#### 【0006】

(2) 圧力調整手段は、可変調圧弁と、可変調圧弁の設定値を変更する制御

手段とを有する上記（１）に記載の燃料電池システム。

【 0 0 0 7 】

（３） 圧力調整手段は、並列に設けられた調圧弁と、設定されている圧力値が、前記調圧弁より高い起動時調圧弁と、起動時調圧弁側流路に設けられた開閉弁と、該開閉弁を開閉操作する切換手段とを有する上記（１）に記載の燃料電池システム。

【 0 0 0 8 】

（４） 前記燃料室から排出されるガスの燃料ガス濃度を検出するガス濃度検出手段を有し、燃料ガス濃度が設定濃度以下である場合には、その旨を報知する報知手段を有する上記（１）～（３）のいずれか１に記載の燃料電池システム。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

次にこの発明の好適実施形態について説明する。この実施形態は、電気自動車に搭載される燃料電池システムである。図１は、この発明の燃料電池システム１を示すブロック図である。図１に示されているように、この燃料電池システム１は燃料電池スタック１００、空気供給系１２、水素供給手段としての高圧水素タンク１１を含む燃料供給系１０、水供給系５０から大略構成される。

【 0 0 1 0 】

この燃料電池スタック１００の構成について説明する。燃料電池スタック１００は、燃料電池単位セル１５と燃料電池セパレータ１３とを交互に積層して構成されている。図２は、燃料電池用セパレータ１３を示す全体正面図、図３は、燃料電池セパレータ１３で構成された燃料電池スタック１００の部分断面平面図（図２におけるＡ－Ａ断面図）、図４は、同じく部分断面側面図（図２及び図３におけるＢ－Ｂ断面図）、図５は、燃料電池セパレータ１３の部分断面側面図（図２及び図３におけるＣ－Ｃ断面図）、図６は、燃料電池用セパレータ１３の全体背面図である。

セパレータ１３は、単位セル１５の電極に接触して電流を外部に取り出すための集電部材３、４と、各集電部材３、４の周端部に外装される枠体８、９とを備えている。

**【 0 0 1 1 】**

集電部材 3、4 は金属板で構成されている。構成金属は、導電性と耐食性を備えた金属で、例えば、ステンレス、ニッケル合金、チタン合金等に耐蝕導電処理を施したものが挙げられる。

集電部材 3 は、単位セル 1 5 の燃料極に接触し、集電部材 4 は酸素極に接触する。集電部材 3 は、矩形の板材から成り、その表面には、プレス加工によって、突出形成された複数の柱状凸部 3 2 が形成されている。柱状凸部 3 2 は、板材の短辺と長辺とに沿って縦横に等間隔で配列されている。柱状凸部 3 2 の間には、長辺に沿って（図 2 における横方向）配置された柱状凸部 3 2 の間に形成された溝によって、水素流路 3 0 1 が、短辺に沿って（図 2 における縦方向）配置された柱状凸部 3 2 の間に形成された溝によって、水素流路 3 0 2 が形成されている。この柱状凸部 3 2 の頂点部分の面は、燃料極が接触する当接部 3 2 1 となっている。また、柱状凸部 3 2 の裏側は、穴 3 3 となっている。集電部材 3 の両端部には、孔 3 5 が形成され、セパレータ 1 3 を積層した場合に、この孔 3 5 によって水素供給路が構成される。

**【 0 0 1 2 】**

集電部材 4 は、矩形の板材から成り、プレス加工によって、複数の凸状部 4 2 が形成されている。凸状部 4 2 は、板材の短辺に平行に直線状に連続して形成されており、等間隔で配置されている。凸状部 4 2 の間には、溝が形成されて、空気が流通する空気流路 4 0 が形成されている。この凸状部 4 2 の頂点部分の面は、酸素極が接触する当接部 4 2 1 となっている。また、凸状部 4 2 の裏側は溝状の中空部となっており、この中空部によって冷却流路 4 1 が形成されている。空気流路 4 0 と、冷却流路 4 1 は、板材の端部まで達し、両端は、板材の端辺部で開口する開口部を備えている。集電部材 4 の両端部には、孔 4 8 が形成され、セパレータ 1 3 を積層した場合に、この孔 4 8 によって水素供給路が構成される。

**【 0 0 1 3 】**

以上のような集電部材 3、4 は、各柱状凸部 3 2 と凸状部 4 2 が外側となるように重ね合わされて固定される。このとき、水素流路 3 0 1、3 0 2 の裏側面 3 4 と空気流路 4 0 の裏側面 4 0 3 が当接した状態となり、相互に通電可能な状態

となる。また、集電部材 3、4 を重ね合わせることによって、図 4 に示されているように、冷却流路 41 が形成され、穴 33 は冷却流路 41 の一部を構成する。また、空気流路 40 は、図 3 及び図 5 に示されているように、単位セル 15 に重ね合わされ、溝の開口部 400 を閉鎖することにより、管状の流路が構成され、空気流路 40 の内壁の一部が酸素極で構成される。この空気流路 40 から、単位セル 15 の酸素極に酸素と水が供給される。

#### 【0014】

空気流路 40 の一端側開口部は、空気と水が流入する導入口 43 となり、他端の開口部は、空気と水が流出する導出口 44 となっている。また、冷却流路 41 の一端側開口部は、空気と水が流入する流入開放口 45 となり、他端の開口部は、空気と水が流出する流出開放口 46 となっている。以上のような構成において、空気流路 40 と冷却流路 41 は、交互に平行に配置され、相互に側壁 47 を挟んで隣接した構成となっている。このため、導入口 43 と流入開放口 45 も交互に配置され、導出口 44 と流出開放口 46 も交互に配置される。また、空気と水は、側壁 47 に沿って流れるため、側壁 47 は、冷却フィンとしての作用も発揮する。

空気流路 40 と冷却流路 41 が交互に、かつ平行に配置されることで、燃料電池の冷却効率が向上し、均一な冷却が可能となる。

#### 【0015】

集電部材 3、4 には、枠体 8、9 がそれぞれ重ねられる。図 2 に示されているように、集電部材 3 に重ねられる枠体 8 は、集電部材 3 と同じ大きさに構成され、中央には、柱状凸部 32 を収納する窓 81 が形成されている。また、両端部近傍には、集電部材 3 の孔 35 に合致する位置に孔 83 が形成されており、この孔 83 と窓 81 との間には、集電部材 3 に接触する側の平面に凹部が形成され、水素流通経路 84 が設けられている。また、集電部材 3 に接触する面に対して、反対側の平面には、輪郭が窓 81 に沿って形成された凹部が形成され、単位セル 15 が収納される収納部 82 が設けられている。この収納部 82 に収納された単位セル 15 の燃料極表面と、水素流路 301、302 と、窓 81 とによって、燃料室 30 が画成される。



## 【0016】

集電部材 4 に重ねられる枠体 9 は、枠体 8 と同じ大きさに構成され、中央には、凸状部 4 2 を収納する窓 9 1 が形成されている。また、両端部近傍には、枠体 8 の孔 8 3 に合致する位置に孔 9 3 が形成されている。枠体 8 の集電部材 4 が重ねられる側の面には、枠体 8 の対向する一对の長辺に沿って溝が形成され、集電部材 3、4 に重ねることによって、空気流通路 9 4、9 5 が構成される構造となっている。空気流通路 9 4 の一端は、枠体 8 の長辺側の端面に形成された開口 9 4 1 に接続され、他端は空気流路 4 0 の導入口 4 3 と冷却流路 4 1 の流入開放口 4 5 とに接続されている。

## 【0017】

上流側の空気流通路 9 4 は、開口 9 4 1 側から空気流路 4 0 側へ向けて横断面積が漸減するように、端部内壁がテーパ面 9 4 2 となっており、後述する空気マニホールド 5 4 から噴射される霧状水の取り入れを容易としている。一方、下流側の空気流通路 9 5 の一端は、空気流路 4 0 の導出口 4 4 と冷却流路 4 1 の流入開放口 4 5 とに接続され、他端は、枠体 8 の長辺側端面に形成された開口 9 5 1 に接続されている。空気流通路 9 5 は、開口 9 5 1 側から空気流路 4 0 側へ向けて横断面積が漸減するように、端部内壁がテーパ面 9 5 2 となっている。燃料電池スタック 1 0 0 が傾いた際にも、このテーパ面 9 5 2 によって、水の排出が維持される。

また、枠体 9 の、集電部材 4 に接触する面に対して、反対側の平面には、輪郭が窓 9 1 に沿って形成された凹部が形成され、単位セル 1 5 が収納される収納部 9 2 が設けられている。

## 【0018】

図 7 は単位セル 1 5 の拡大断面図である。単位セル 1 5 は、固体高分子電解質膜 1 5 a と、該固体高分子電解質膜 1 5 a の両側面にそれぞれ重ねられた酸化剤極である酸素極 1 5 b と燃料極 1 5 c とを備えている。固体高分子電解質膜 1 5 a は、収納部 8 2、9 2 に合致した大きさに形成され、酸素極 1 5 b と燃料極 1 5 c は、窓 9 1、8 1 に合致した大きさに形成されている。単位セル 1 5 の厚さは、枠体 8、9 や集電部材 3、4 の厚さに比べると極めて薄いので、図面では、

一体の部材として表示している。

#### 【0019】

空気流路 40 及び冷却流路 41 の内壁には、親水性処理が施されている。内壁表面と水の接触角が  $40^{\circ}$  以下、好ましくは  $30^{\circ}$  以下となるように表面処理が施されているとよい。処理方法としては、親水処理剤を、表面に塗布する方法が取られる。塗布される処理剤としては、ポリアクリルアミド、ポリウレタン系樹脂、酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 等が挙げられる。

#### 【0020】

以上のように構成された枠体 8、9 によって集電部材 3、4 を保持してセパレータ 13 が構成され、セパレータ 13 と単位セル 15 を交互に積層して、燃料電池スタック 100 が構成される。図 8 は燃料電池スタック 100 の部分平面図である。燃料電池スタック 100 の上面には、多数の導入口 43 と流入開放口 45 が交互に開口し、この導入口 43 と流入開放口 45 に、後述するように、空気マニホールド 54 から空気が流入するとともに、ノズル 55 から噴射された水が同時に流入する。側壁 47 は、空気の流通経路に配置され冷却フィンとしても作用する。

導入口 43 と流入開放口 45 から流入した空気と水は、冷却流路 41 内で、潜熱冷却により集電部材 3、4 を冷却する。

#### 【0021】

図 9 は、燃料電池スタック 100 の全体平面図である。以上のように構成された燃料電池セパレータ 13 は、所定の枚数重ねられたユニット 130 (単位体) を構成し、このユニット 130 を複数重ねることによって燃料電池スタック 100 が構成される。ユニット 130 とユニット 130 の間には、集電部材 3 と集電部材 4 の間に遮蔽板 16 を挟んだ、セパレータ 14 が介在する。遮蔽板 16 は、水素通路 17a 又は水素通路 17b のいずれかに対応した位置に、水素通路 17a、17b の断面形状と同じ形状の、孔 161a 又は 161b を備えている。この遮蔽板 16 は、導電性を有し、燃料電池スタック 100 内での電気の流通は妨げない。

#### 【0022】

一方、遮蔽板 16 が孔 161a を有する場合には、水素通路 17b での水素ガスの流通は、遮蔽板 16 によって遮断される。遮蔽板 16 が孔 161b を有する場合には、水素通路 17a での水素ガスの流通は、遮蔽板 16 によって遮断される。遮蔽板 16 は、水素ガスが流入する側から流出する側へ配置されている順に、孔 161b が設けられている遮蔽板 16、孔 161a が設けられている遮蔽板 16・・・となるよう、交互に配置される。このようにユニット 130 毎に、水素通路 17a と水素通路 17b の一方を交互に遮蔽することで、供給された水素ガスは、ユニット 130 単位で、各燃料室 30 内を流通する。具体的には、最初のユニット 130 では、水素通路 17a から水素通路 17b へ向けて、各燃料室 30 内を水素ガスが流れ、次のユニット 130 では、水素通路 17b から水素通路 17a へ向けて、各燃料室 30 内を水素ガスが流れ、さらに次のユニット 130 では、水素通路 17a から水素通路 17b へ向けて、各燃料室 30 内を水素ガスが流れる・・・以降は、交互に水素ガスの流通方向が変化する。

#### 【0023】

即ち、燃料電池スタック 100 は、単位セル 15 とセパレータ 13 を積層して構成されたユニット 130 と、ユニット 130 内において、セパレータ 13 の積層方向に形成され、燃料室 30 を挟んだ両側に位置し、各燃料室 30 にそれぞれ連通する一対の水素通路 17a、17b とを有し、ユニット 130 を積層して構成されたものであって、隣接するユニット 130 の間には、各ユニット 130 の一方の水素通路 17a、17a（又は 17b、17b）間を連通する連通部（孔 161a（又は 161b））と、他方の水素通路 17b、17b（又は 17a、17a）間の水素流通を遮断する遮断部（遮蔽板 16）とを有し、連通部と遮断部は、積層されているユニット 130 の積層方向に向けて順に、一方の水素通路 17a、17a（又は 17b、17b）と他方の水素通路 17b、17b（又は 17a、17a）において交互に設けられ、一対の水素流路（17a、17b）間の各燃料室 30 内を流れる水素ガスの流通方向が、ユニット 130 毎に交互に逆向きに変化する構成となっている。

#### 【0024】

このように、燃料電池スタック 100 を、複数のユニット 130 に分割し、ユ

ユニット毎に水素ガスを流通させる構成とすることによって、各ユニット130の間で水素ガス流量に差が生じることを防止できる。また、単位のユニット130内においても、積層されたセパレータ13と単位セル15とで構成された各燃料室30間で水素ガス流量の差が生ずること抑制できる。さらに、燃料電池スタック100に供給された水素ガスは、繰り返し、ユニット130内を流れるので、燃料室30の燃料極に接触する機会が増え、反応効率が向上する。

#### 【0025】

ユニット130を構成する燃料電池セパレータ13の枚数は、各セパレータ13における水素流路302の断面積（燃料室内を流れる水素ガスの流線に対して、垂直な面の面積が、最も小さくなる位置の面積：図10におけるa部分の面積の総和（ユニット130を構成するセパレータ13の、前記水素流路302断面積の総和）、又は、水素流通経路84の横断面積の総和（図11の太実線で囲まれたb部分の面積））が、水素通路17a、17bの横断面積とほぼ同じとなる枚数に決められる。このような構成とすると、燃料電池スタック100内を流れる水素ガスの流通経路の横断面積が、燃料電池スタック100にガスが流入してから流出するまで、大きく変動せず、ユニット130を構成する各セパレータ13の燃料室30に、ガス流をより均一に分配することができる。

このため、始動時のガス供給の際にも、始動時に充填されているガス（空気）を効率よく排出し、一層均一かつ迅速に水素ガスに置換することが可能となる。

#### 【0026】

図12は、燃料電池スタック100の正面図である。水素通路17aの水素ガス流入部分には、整流手段としての導入案内路18aが設けられている。この導入案内路18aは、ガス導入口181aが、水素導入路202と同じ断面形状を有し、ガス導出口182aが、水素通路17aと同じ断面形状を有している。そして、ガス導入口181aからガス導出口182aまでの流路183aは、横断面の幅が漸増し、水素通路17aの横断面におけるガス流速の分布が均一となるように、ガス流を案内する。さらに、流路183aには、整流板184aが設けられ、ガス流の圧力損失を抑制しつつ、水素ガスを導く構成となっている。

#### 【0027】

図 1 3 は、燃料電池スタック 1 0 0 の背面図である。燃料電池スタック 1 0 0 の水素ガス流出部分には、導出案内路 1 8 b が設けられている。この導出案内路 1 8 b は、ガス導入口 1 8 1 b が、水素通路 1 7 a と同じ断面形状を有し、ガス導出口 1 8 2 b が、水素導出路 2 0 3 と同じ断面形状を有している。そして、ガス導入口 1 8 1 b からガス導出口 1 8 2 b までの流路 1 8 3 b は、横断面の幅が漸減し、さらに、流路 1 8 3 a には、整流板 1 8 4 a が設けられ、ガス流の圧力損失を抑制しつつ、水素ガスを導く構成となっている。

以上のような燃料電池スタック 1 0 0 の構成によって、燃料電池スタック 1 0 0 に流入した水素ガスは、圧力損失が抑制され、各燃料電池セパレータ 1 3 の燃料室 3 0 へ均一に水素ガスが供給される。

#### 【 0 0 2 8 】

次に、図 1 に示されている他の構成について説明する。空気供給系 1 2 は大気から空気を燃料電池スタック 1 0 0 の開口 9 4 1 を介して空気流路 4 0 と冷却流路 4 1 に供給し、燃料電池スタック 1 0 0 から排出された空気を水凝縮器 5 1 を通過させて排気する。空気供給路 1 2 3 には、吸気手段としての空気ファン 1 2 2 が備えられ、フィルタ 1 2 1 を介して、大気から空気を空気マニホールド 5 4 へ送る。空気はマニホールド 5 4 から燃料電池スタック 1 0 0 の空気流路 4 0 へ流入して空気極 3 へ酸素を供給する。燃料電池スタック 1 0 0 から排出された空気は、水凝縮器 5 1 で排気空気中の水分が凝縮・回収されて大気へ放出される。燃料電池スタック 1 0 0 から排出される温度は排気温度センサ S 1 によりモニタされている。また、燃料電池スタック 1 0 0 には、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する単位セル毎に電極の局部電位を測定する電位検出センサ S 2 が設けられている。

#### 【 0 0 2 9 】

この実施形態では、空気マニホールド 5 4 にノズル 5 5 が配設されており、これより吸気中に水が液体の状態で噴射され、空気に混合される。この水の大部分は液体の状態を維持したまま、燃料電池スタック 1 0 0 の下側に設けられた、容器内に回収される。

#### 【 0 0 3 0 】

燃料供給系 10 は、水素導通路 201、水素導入路 202 を介して、高圧水素タンク 11 から放出された水素を燃料電池スタック 100 の水素通路 17a へ送る。水素導通路 201 には、高圧水素タンク 11 側から燃料電池スタック 100 側へ向けて、水素一次圧センサ S3、水素一次圧調圧弁 21、水素元電磁弁 22、水素二次圧可変調圧弁 23、水素供給電磁弁 24、水素二次圧センサ S4 が、この順に設けられている。水素一次圧センサ S3 によって高圧水素タンク 11 側の水素圧がモニタされている。

#### 【0031】

水素調圧弁 21 によって、燃料電池スタック 100 へ供給するために適した圧力に調整される。また水素供給電磁弁 22 の開閉によって、水素の燃料電池スタック 100 への供給が電氣的に制御され、水素ガスの供給を行わない場合には、この電磁弁 22 が閉じられ、水素ガスの供給が止められる。また、水素二次圧センサ S4 によって、燃料電池スタック 100 に供給される直前の水素ガス圧がモニタされる。

#### 【0032】

水素導通路 201 には、水素導入路 202 の一端が接続され、その他端は燃料電池スタック 100 の水素通路 17a に接続されている。

燃料電池スタック 100 では、図 3 に示されているように、水素通路 17a から水素ガスが水素流通経路 84a へ流入し、さらに、水素流通経路 84a から水素流路 301、302 へ流入する。水素流路 301、302 において、燃料極へ水素が供給され、残った水素ガスは、水素流通経路 84b から水素通路 17b へ流入する。

#### 【0033】

燃料供給系 10 において、燃料電池スタック 100 の水素通路 17b から排出される水素ガスは水素導出路 203 へ排出される。水素導出路 203 には、酸素濃度センサ S5 と、水素濃度センサ S6 と、ポンプ 25 が設けられ、ポンプ 25 は、燃料電池スタック 100 から水素ガスを吸引する方向に駆動する。ポンプ 25 の下流側には、水素排出路 204 の一端と、水素返還路 205 の一端が接続されている。水素返還路 205 の他端は、水素導入路 202 に接続され、水素導入

路 202、水素導出路 203、水素返還路 205 によって、水素循環路が形成されている。水素返還路 205 には、逆止弁 29 が設けられ、高圧水素タンク 11 から供給される水素ガスが、直接排出側に流出しない構成となっている。水素排出路 204 には、逆止弁 26、水素排出電磁弁 27a、消音器 28a が、この順で設けられている。

酸素濃度センサ S5 は、燃料電池スタック 100 から排出されたガスの酸素濃度を検出し、水素濃度センサ S6 は、燃料電池スタック 100 から排出されたガスの水素濃度を検出する。

#### 【0034】

タンク 53 の水は水供給ポンプ 61 により、水供給路 56 を介して、空気マニホールド 54 内に配設されたノズル 55 へ圧送され、ここから空気マニホールド 54 内で連続的若しくは間欠的に噴出される。この水は燃料電池スタック 100 の開口 941 を介して空気流路 40 と冷却流路 41 に送られる。ここにおいて優先的に水分から潜熱を奪うので、酸素極 15b 側の電解質膜 15a からの水分の蒸発が防止される。従って、電解質膜 15a はその酸素極 15b 側で乾燥することなく、生成水により常に均一な湿潤状態を維持する。また、酸素極 15b の表面に供給された水は酸素極 15b 自体からも熱を奪いこれを冷却し、さらに冷却流路 41 に流入した水も熱を奪う。これにより燃料電池スタック 100 の温度を制御できる。

#### 【0035】

即ち、燃料電池スタック 100 へ特に冷却水系を付加しなくても当該燃料電池スタック 100 を十分に冷却することができる。なお、排気温度センサ S1 で検出された排出空気の温度に対応して水供給ポンプ 61 の出力を制御し、燃料電池スタック 100 の温度を所望の温度に維持することもできる。

タンク 53 の水は、空気マニホールド 54 内に配設されたノズル 55 から酸素極 15b の表面に供給され、この水は、水凝縮器 51 で回収され、容器にためられた水とともに、水回収ポンプ 62 により、タンク 53 に回収される。ポンプ 62 とタンク 53 の間には、タンク 53 から水回収ポンプ 62 への水の逆流を防止するため、逆止弁 52 が設けられている。タンク 53 の水量は、水位センサ S7

によって検出される。

#### 【0036】

以上のような構成において、燃料電池システム 1 により電力出力される通常運転状態では、空気ファン 122 から燃料電池スタック 100 に空気が供給され、同時に、燃料供給系 10 からは水素ガスが燃料電池スタック 100 に供給される。そして、燃料電池スタック 100 内では、発電反応が継続され、電力と、反応により生成された生成水が発生する。このような発電反応は、酸素極に空気を、燃料極に水素ガスを継続して供給することにより維持される。このような通常運転時においては、水素ガスの消費効率を考慮して、単位セル 15 において反応が可能な充分の濃度の水素ガスが供給され、通常運転時の供給圧力は、充分な反応が維持でき、無駄が生じない範囲で設定されている。通常運転時の供給圧力が必要以上に高いと、供給過剰となり、反応していない多くの水素が排出され、燃料ガスの無駄が発生する。このような観点から、通常運転時の水素ガスの供給ガス圧は、例えば、0.1 メガパスカルに設定されている。一方起動時に水素ガスを供給する場合の供給ガス圧は、置換ガスの排出と、ガス偏在抑制を目的とし、上記通常運転時のガス圧に比べて高く（例えば、0.2 MPa）設定され、供給時間も微小に設定されている。

#### 【0037】

上記説明した燃料電池システム 1 は、制御部によって、各部が制御される。また、各センサ S1～S7 の検出値は、制御部に供給される。具体的には、制御部によって、水供給ポンプ 61 による供給量が制御され、水回収ポンプ 62 のオン・オフと、空気ファン 122 のオン・オフ、水素ポンプ 25 のオン・オフが制御される。さらに、制御部によって、水素元電磁弁 22 の開閉、水素供給電磁弁 24 の開閉、水素排出電磁弁 27a の開閉、水素二次圧可変調圧弁（可変レギュレータ）23 の設定圧の調整制御がなされる。

#### 【0038】

以上のような構成を有する燃料電池システム 1 は、起動時において、以下のような動作を行う。図 14 及び図 15 は、第 1 実施形態における燃料電池システム 1 の起動時における燃料供給系 10 の制御動作を示すフローチャートである。



**【 0 0 3 9 】**

イグニッション ON など、起動を始める動作が確認されると（ステップ S 1 0 1）、センサ類をオンする（ステップ S 1 0 3）。センサ類のオン動作によって、システム各部の検出値を取得することが可能となり、水素一次圧センサ S 3 から供給された検出値に基づいて、水素一次圧が設定値より大きいかが判断する（ステップ S 1 0 5）。設定値は、例えば 1 メガパスカル（MP a）に設定されている。設定値以下である場合には、高圧水素タンク 1 1 内の水素が不足していることを意味するので、起動は停止される（ステップ S 1 0 9）。設定値より大きい場合には、水位センサ S 7 から供給された検出値に基づき、水タンク 5 3 の水位が一定値以上であるかを判断する（ステップ S 1 0 7）。一定値より少ないと、燃料電池スタック 1 0 0 を冷却する能力が充分発揮できないので、起動は停止される（ステップ S 1 0 9）。

**【 0 0 4 0 】**

水タンク 5 3 の水位が一定値以上である場合には、水回収ポンプ 6 2 をオンし、水の回収を開始する（ステップ S 1 1 1）。さらに、水供給ポンプ 6 1 を駆動させる（ステップ S 1 1 3）。これにより、空気マニホールド 5 4 のノズル 5 5 から水が噴射される。同時に、水素元電磁弁 2 2 を開放する。次に、空気供給ファン 1 2 2 を駆動させる（ステップ S 1 1 5）。これにより、燃料電池スタック 1 0 0 の酸素極に空気と水の供給が開始される。

次に、水素の供給を開始し、燃料電池スタック 1 0 0 の燃料室 3 0 に残留している酸素（空気）を排出する動作を開始する。水素排出電磁弁 2 7 a を開放する（ステップ S 1 1 7）。水素ポンプ 2 5 の駆動を開始する（ステップ S 1 1 9）。ステップ S 1 1 7 とステップ S 1 1 9 によって、燃料電池スタック 1 0 0 の燃料室 3 0 から水素を吸引する圧力が発生し、燃料室 3 0 内は負圧となる。

**【 0 0 4 1 】**

次に水素二次圧可変調圧弁（可変レギュレータ）2 3 の設定圧を 0. 2 MP a に設定し（ステップ S 1 2 1）、水素供給電磁弁 2 4 を開放する（ステップ S 1 2 3）。この動作によって、負圧になっている燃料室 3 0 内に、0. 2 MP a の水素ガスが供給される。同時に、起動開始前に、燃料室 3 0 内に残留していたガ

ス（酸素）は、供給された水素ガスによって押し出され、また水素ポンプ 2 5 によって吸い出され、排出される。この状態を 0. 5 秒間維持し（ステップ S 1 2 5）、0. 5 秒経過後に、燃料電池スタック 1 0 0 から排出されたガスを水素濃度センサ S 6 で検出した検出値に基づき、排出ガスの水素濃度が 9 5 % 以上であるか判断する（ステップ S 1 2 7）。0. 5 秒以内に、水素濃度が 9 5 % に達しない場合には、電極が劣化する恐れがあるので、警告灯を点灯させ（ステップ S 1 3 3）。次のステップ S 1 3 5 を実施する。排出ガスの水素濃度が 9 5 % 以上であれば、燃料室 3 0 内は、ほぼ水素ガスで満たされ、ガスの偏在が発生していない、或いは局部電流が発生するほど酸素ガスが残っていないと推測することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

酸素濃度センサ S 5 の検出値に基づき、排出ガスの酸素濃度が 1 % 以下であるか判断する（ステップ S 1 2 9）。酸素濃度が 1 % 以上である場合には、電極が劣化する恐れがあるので、警告灯を点灯させ（ステップ S 1 3 3）。次のステップ S 1 3 5 を実施する。排出ガスの酸素濃度が 1 % 以下であれば、燃料室 3 0 内は、酸素ガスがほとんど残っておらず、ガスの偏在が発生していない、或いは局部電流が発生するほど酸素ガスが残っていないと推測することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

酸素濃度が 1 % 以下である場合には、電位検出センサ S 2 の検出値に基づき、全ての単位セル電極の局部電位が 1. 1 V 以下であるか判断する（ステップ S 1 3 1）。1 つの単位セルであっても、局部電位が 1. 1 V より大きいものがある場合には、電極が劣化する恐れがあるので、警告灯を点灯させ（ステップ S 1 3 3）。次のステップ S 1 3 5 を実施する。排出ガスの水素ガス濃度を検出するだけでは、各燃料室毎のガス偏在の程度は判明しないので、各燃料室毎の局部電位を検出することで、ガス偏在の可能性を判定する。

#### 【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 3 1 において、電極の局部電位が 1. 1 V 以下であると判断された場合には、排出ガスの水素濃度が 9 5 % 以上であり、かつ排出ガスの酸素濃度が 1 % 以下であり、かつ全ての電極の局部電位が 1. 1 V 以下であることを意味

する。この場合には、各燃料室 30 内がほぼ均一に水素ガスに置換されたことを意味するので、水素二次圧可変調圧弁 23 の設定圧を、通常運転時の水素供給圧である 0.1 MPa に設定し（ステップ S135）、水素排出電磁弁 27a を閉じ（ステップ S137）、通常の運転制御ルーチンに移行する。

#### 【0045】

図 16 及び図 17 は、第 2 実施形態を示すフローチャートである。起動時のイグニッションオンから水素供給電磁弁 24 を開放するステップまでは、動作が第 1 実施形態のステップ S101～ステップ S123 と同様であるので、説明を省略する。

水素供給電磁弁 24 を開放した後（ステップ S223）、水素二次圧可変調圧弁 23 の設定圧を 0.1 MPa と 0.2 MPa との間で 0.1 秒の間隔で、設定変更する。この変更により、燃料電池スタック 100 に供給される水素ガス圧は、短い時間で脈動する。

#### 【0046】

この脈動によって、燃料室 30 やその他の流通路内に形成される水素ガスの流線に変化が生じるので、燃料室 30 やその他の流通路内での滞留の発生や、相対的に流速の遅くなる部分の発生が抑制され、残留ガスから水素ガスへの置換が均一かつ迅速に進行する。

このステップ以降の動作、ステップ S227 からステップ S239 の動作は、第 1 実施形態のステップ S125 からステップ S137 までの動作と同じであるので、説明を省略する。

#### 【0047】

次に、図 18 に示されている第 3 実施形態の燃料電池システムの構成について説明する。このシステムは、図 1 に示されている第 1 実施形態のシステムにおいて、水素導出路 203 の、水素ポンプ 25 の上流側に、起動時水素排出路 206 が接続されているものである。起動時水素排出路 206 の上流側から、順に、起動時水素排出電磁弁 27b、起動時消音器 28b が設けられている。起動時水素排出電磁弁 27b についても、既述の実施形態と同様に、制御部によって開閉制御される。

## 【0048】

他の構成は、第1実施形態の構成と同様であるので、説明を省略する。この実施形態における起動時の動作は、第1実施形態の動作において、ステップS115の後、起動時水素排出電磁弁27bを開放する。その後は、ステップS121からステップS137までの動作を実行する。起動時水素排出路206は、水素導出路203よりも、横断面積が広く形成されており、排出時に、起動時水素排出路206で圧力損失が発生しにくい構成となっている。

## 【0049】

次に、図19に示されている第4実施形態及び第5実施形態の燃料電池システムの構成について説明する。この実施形態の構成は、第1実施形態における水素二次圧可変調圧弁23の位置に、二次圧調圧弁72a（設定値は固定）が設けられている。そして、水素二次圧調圧弁72aに対して、並列に回路が設けられている。その回路は、両端が水素二次圧調圧弁72aの上流側と下流側とに接続された流路71と、流路71において上流側から順に設けられた、起動時水素二次圧調圧弁72bと、起動時水素供給電磁弁73とを備えている。起動時水素二次圧調圧弁72bの設定値は、0.2MPaであり、二次圧調圧弁72aの設定値は、0.1MPaとなっている。即ち、二次圧調圧弁72aの設定値は、通常運転時の水素供給圧であり、起動時水素二次圧調圧弁72bの設定値は、通常運転時の水素供給圧よりも大きく設定されている。起動時水素供給電磁弁73の開閉は、制御部により制御される。他の構成は、第1実施形態の構成と同様なので、説明を省略する。

## 【0050】

以上のような構成において、第4実施形態の起動時制御動作は、図20及び図21に示されているフローチャートに示されている。イグニッションオン（ステップS301）から水素ポンプ25をオンする（ステップS319）までの操作は、第1実施形態の動作と同様であるので、説明を省略する。水素ポンプ25をオンした後、起動時水素供給電磁弁73を開放し（ステップS321）、水素供給電磁弁24を開放する（ステップS323）。これによって、水素タンク11から送られる高圧の水素ガスは、設定値の高い起動時水素二次圧調圧弁72bへ

流れ込み、水素二次圧は、0.2 MPa となる。この後の動作は、第1実施形態のステップ S125～S133と同様であるので説明を省略する。

#### 【0051】

排出ガスの水素濃度が95%以上であり、かつ排出ガスの酸素濃度が1%以下であり、かつ全ての電極の局部電位が1.1 V以下である場合には、起動時水素供給電磁弁73を閉じる（ステップS335）。これにより、起動時水素二次圧調圧弁72bへの水素ガスの流入は停止し、通常運転時の二次圧に設定されている二次圧調圧弁72aに水素ガスが流入する。

その後、水素排出電磁弁27aが閉じられる（ステップS337）。

#### 【0052】

第5実施形態の起動時制御動作は、図22及び図23に示されているフローチャートに示されている。イグニッションオン（ステップS401）から水素ポンプ25を駆動させる（ステップS419）までの操作は、第1実施形態の動作と同様であるので、説明を省略する。水素ポンプ25のオンの後、起動時水素供給電磁弁73を開放し（ステップS321）、さらに、水素供給電磁弁24を開放する（ステップS323）。

#### 【0053】

水素供給電磁弁24の開放の後、起動時水素供給電磁弁73を0.1秒の間隔で、開と閉とに繰り返し切り替える。開の時は、高圧の水素ガスは、設定値の高い起動時水素二次圧調圧弁72bへ流れ込み、水素二次圧は、0.2 MPa となる。閉の時は、高圧の水素ガスは、設定値の低い水素二次圧調圧弁72aへ流れ込み、水素二次圧は、通常運転時の供給圧である0.1 MPa となる。燃料室30へは、0.1秒間隔で、0.2 MPa の圧力の水素ガスと、0.1 MPa の圧力の水素ガスとが交互に供給されることとなる。このように、水素ガス圧が脈動することによって、燃料室30内でのガス滞留の発生が抑制され、水素ガスへの置換が一層均一かつ迅速に進行する。

ステップS427～ステップS439までの動作は、第4実施形態のステップS325～ステップS337と同様であるので、説明を省略する。

#### 【0054】

以上のように、燃料室 30 内に置換ガスが存在している起動時において、燃料室 30 へ、高圧の水素ガスを供給することによって、停止時の停滞している置換ガスに高圧の水素ガスが流入する。これにより、停滞状態から流れる状態に急激に変化することで、置換ガスと水素ガスの混合が起こり、置換ガスと水素ガスの偏在の発生が抑制される。また、高圧で水素ガスが供給されるので、直ちに置換ガスから水素ガスへの入れ替えが完了するので、偏在の発生や、偏在しているガスの間で反応が起こるという時間的な余裕もなく、これによっても局部電流の発生が抑制される。ガス偏在による局部電流の発生は、0.7 秒以内、好ましくは、0.5 秒以内で水素ガスへの置換が完了させることで、ほぼ抑制することができる。なお、上記のように、供給時間を短くすることによって、水素ガスの無駄も少なくすることができる。

さらに、水素ガスの供給圧を変化させることによって、燃料室 30 内のガス流の流線に変化を生じさせ、この変化によってもガスの滞留が抑制され、より一層、ガスの偏在を発生し難くさせることができる。

#### 【0055】

##### 【発明の効果】

請求項 1 に記載の発明によれば、起動時に高圧で燃料ガスが供給されるため、置換ガスとの間でガス偏在が発生することが抑制され、局部電流の発生による電極の劣化が抑制される。また、燃料ガスの供給時間が短縮され、システム始動までの時間が短縮される。

#### 【0056】

請求項 2 に記載の発明によれば、燃料ガスの供給圧力を可変調圧弁によって、変更する構成とすることで、部品点数が少なく、システム全体の小型化を図ることができる。

#### 【0057】

請求項 3 に記載の発明によれば、起動時用と、通常運転用の 2 つの調圧弁を設けたので、調圧弁に対する負担を軽減でき、調圧弁の寿命を延ばすことができる。

請求項 4 に記載の発明によれば、報知手段によって、燃料ガスに置換した状態

を確認することができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

この発明の燃料電池システム 1 を示すブロック図である。

**【図 2】**

燃料電池用セパレータを示す全体正面図である。

**【図 3】**

燃料電池セパレータで構成された燃料電池スタックの部分断面平面図（A - A 断面図）である。

**【図 4】**

燃料電池セパレータで構成された燃料電池スタックの部分断面側面図（B - B 断面図）である。

**【図 5】**

燃料電池セパレータの部分断面側面図（C - C 断面図）である。

**【図 6】**

燃料電池用セパレータの全体背面図である。

**【図 7】**

単位セルの断面図である。

**【図 8】**

燃料電池スタックの部分平面図である。

**【図 9】**

燃料電池スタックの全体平面図である。

**【図 1 0】**

燃料電池スタックの部分断面側面図である。

**【図 1 1】**

水素通路の縦断面を示す燃料電池スタックの部分断面図（D-D 断面図）である。

**【図 1 2】**

燃料電池スタックの全体正面図である。

**【図 1 3】**

燃料電池スタックの全体背面図である。

**【図 1 4】**

第 1 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 1 5】**

第 1 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 1 6】**

第 2 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 1 7】**

第 2 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 1 8】**

第 3 実施形態の構成を示すシステム図である。

**【図 1 9】**

第 4、第 5 実施形態の構成を示すシステム図である。

**【図 2 0】**

第 4 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 2 1】**

第 4 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 2 2】**

第 5 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【図 2 3】**

第 5 実施形態における起動時制御動作を示すフローチャートである。

**【符号の説明】**

1 燃料電池システム

1 0 0 燃料電池スタック

1 3 燃料電池セパレータ

1 3 0 ユニット

1 5 単位セル

1 7 a、1 7 b 水素通路



3 集電部材

3 0 燃料室

3 2 柱状凸部

3 0 1 水素流路

3 0 2 水素流路

4 集電部材

4 0 空気流路

4 1 冷却流路

4 2 凸状部

4 3 導入口

4 4 導出口

4 5 流入開放口

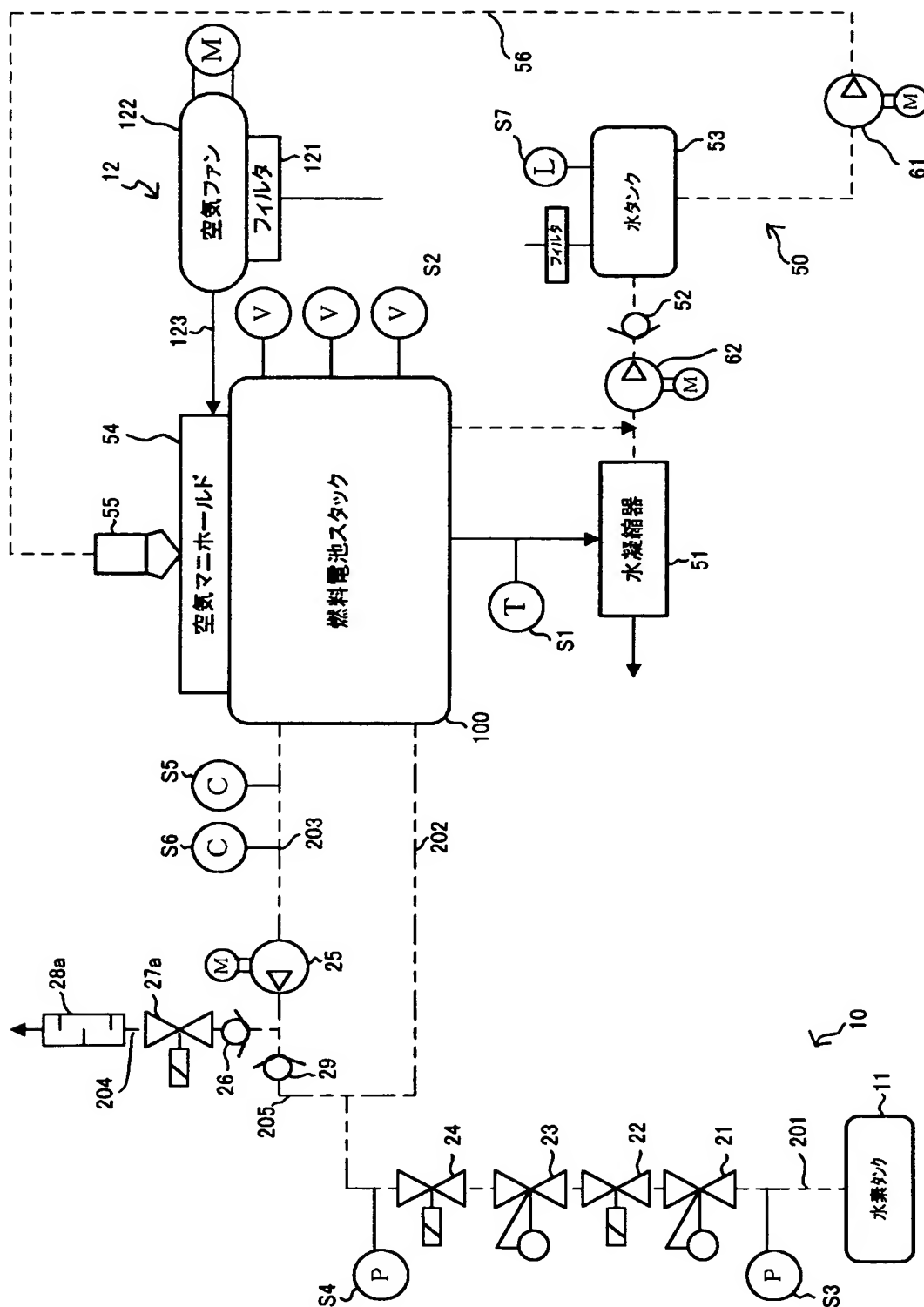
4 6 流出開放口

8 枠体

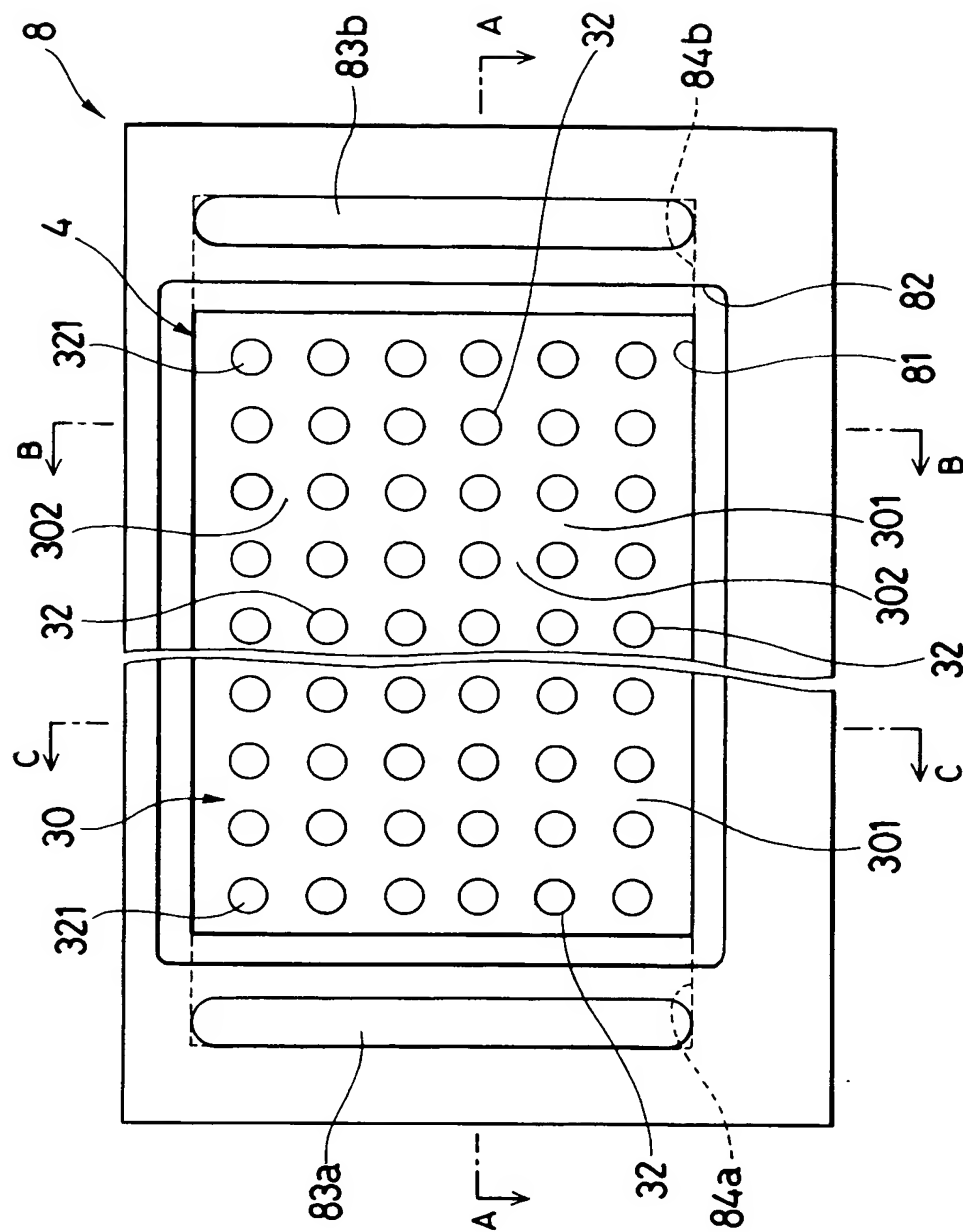
9 枠体

【書類名】 図面

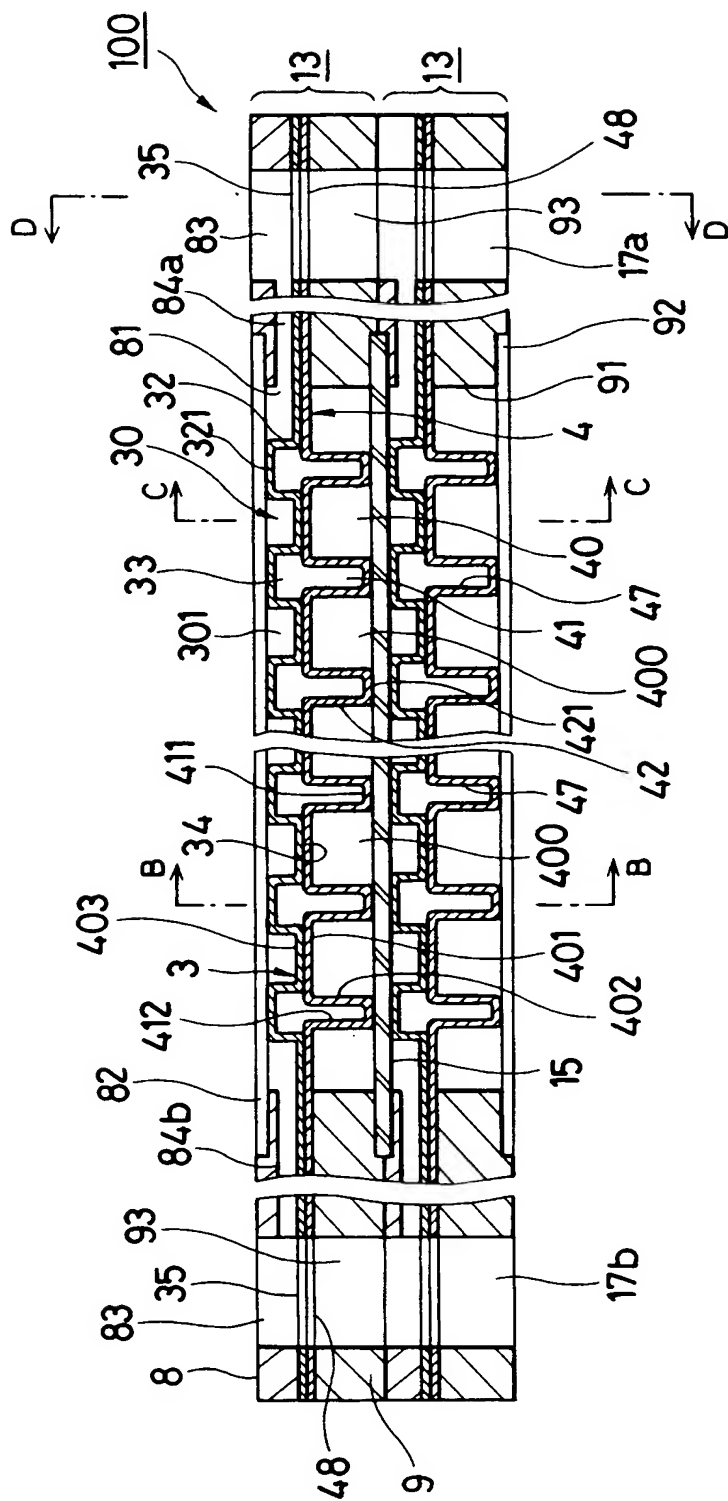
【図 1】



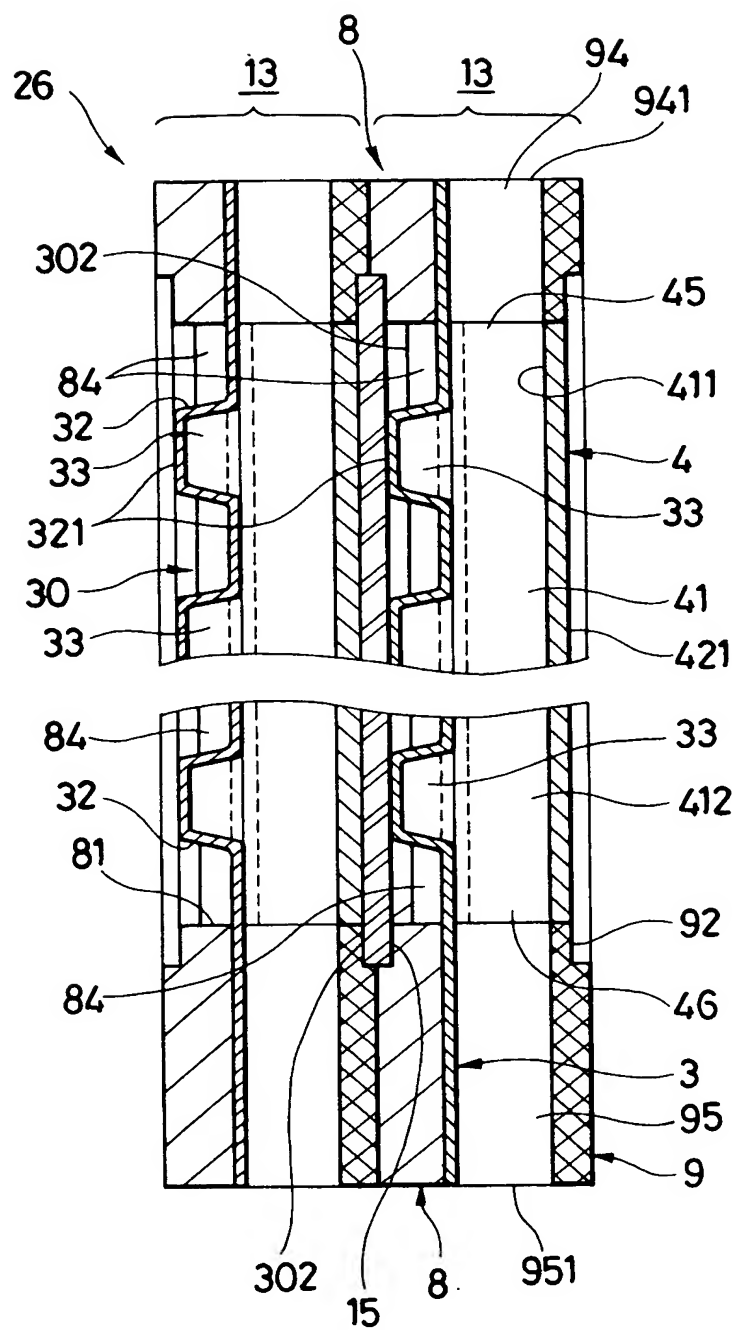
【図 2】



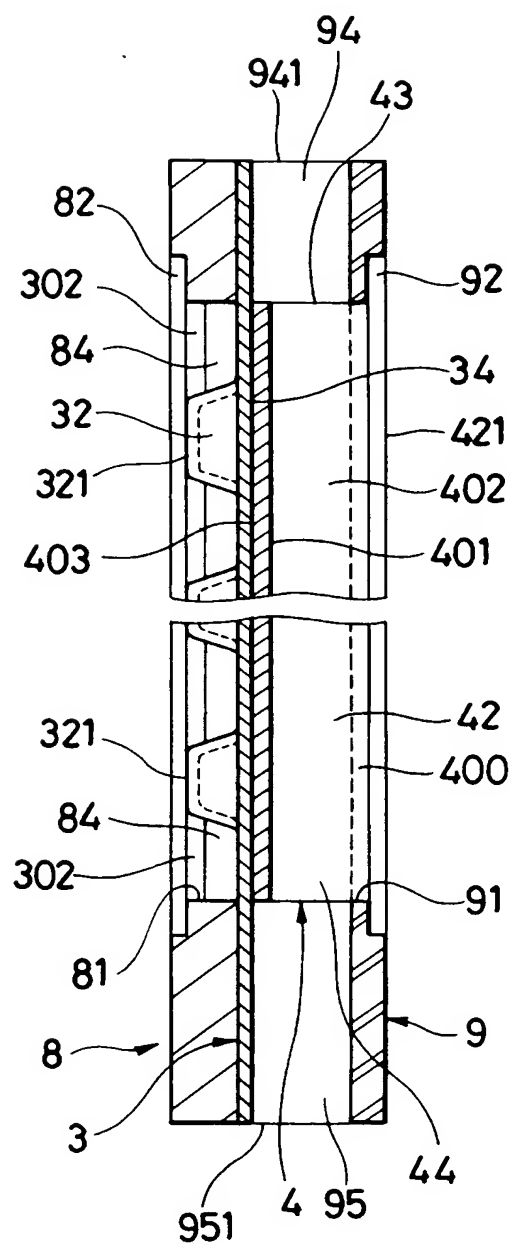
【図 3】



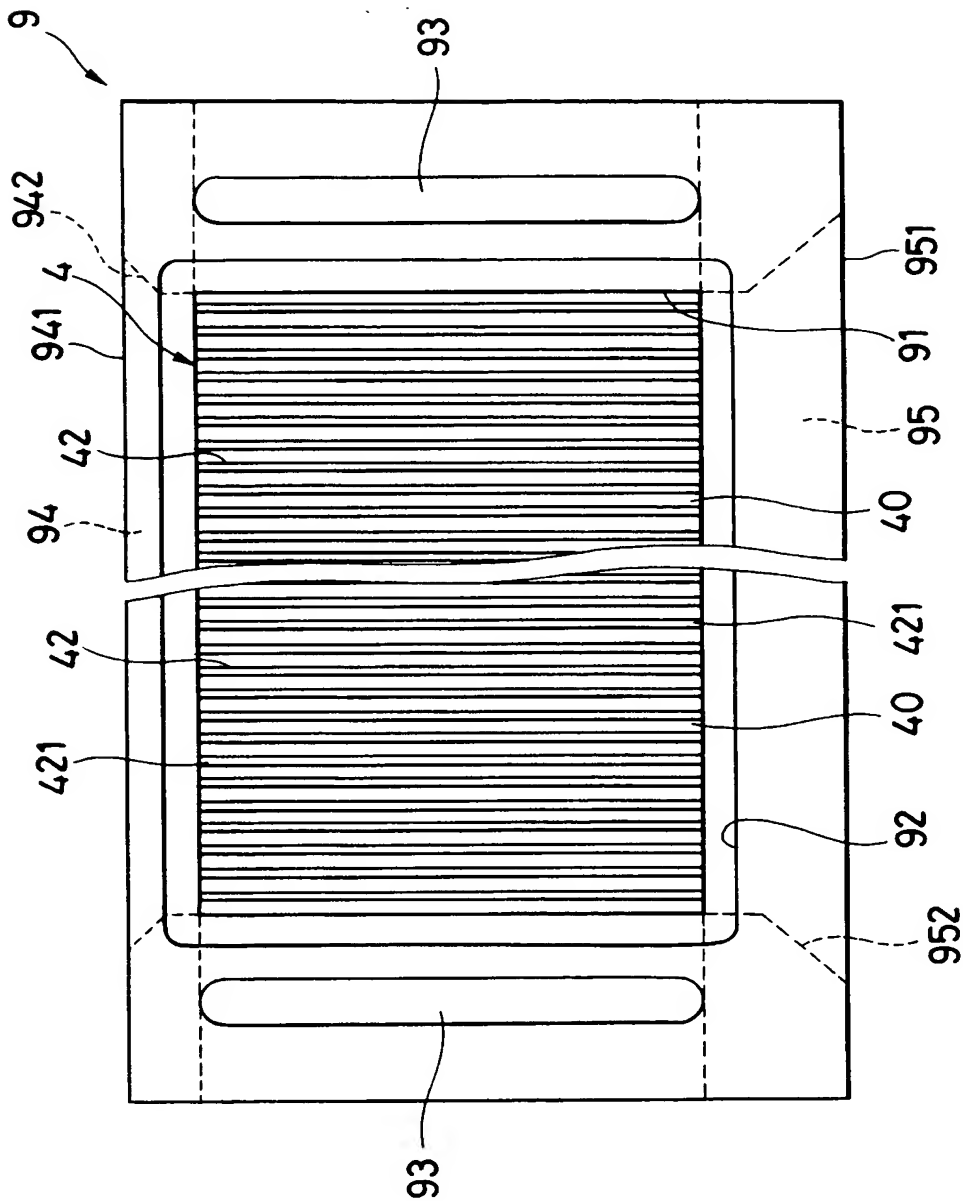
【図 4】



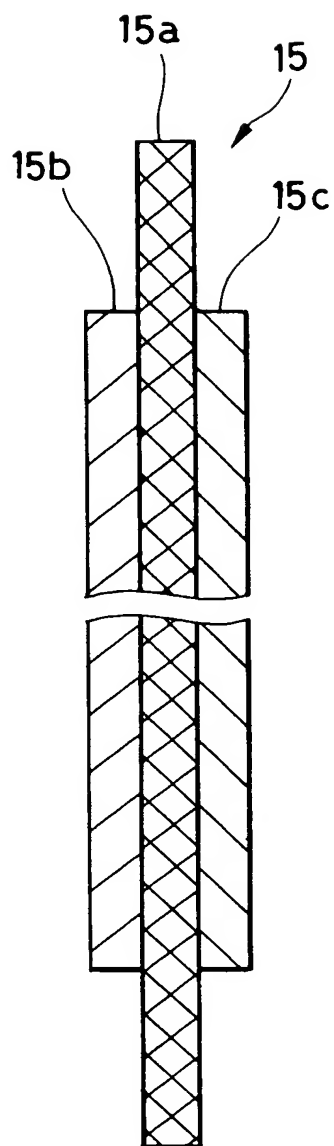
【図 5】



【図 6】

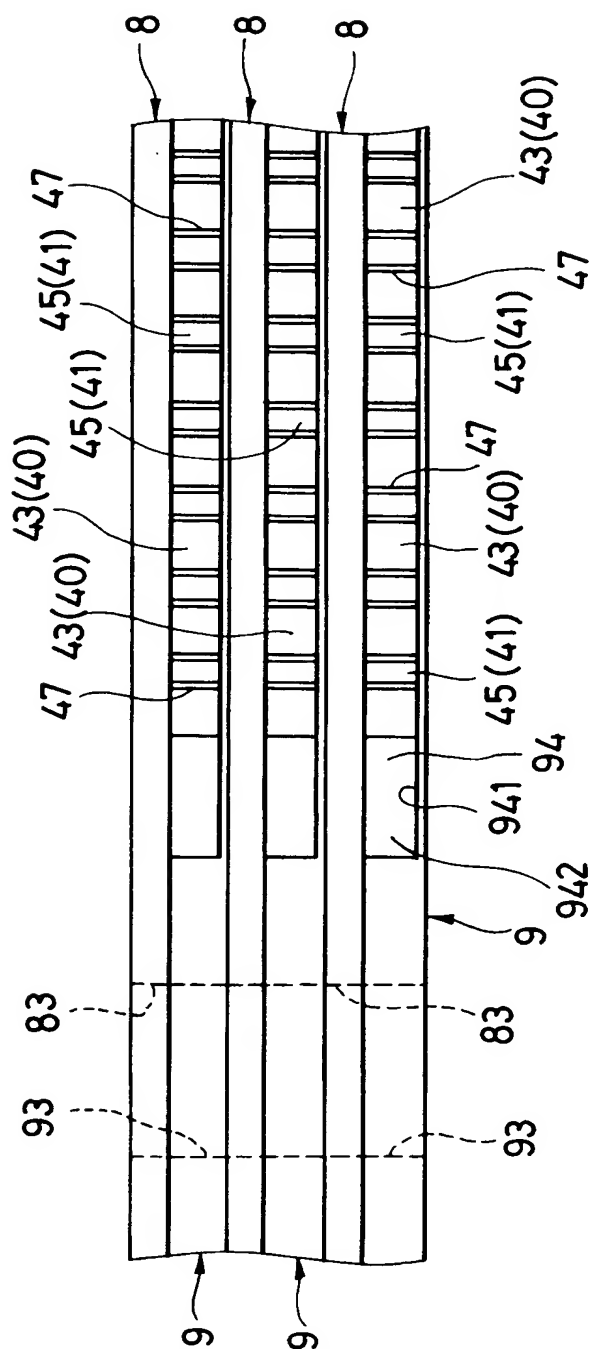


【図 7】

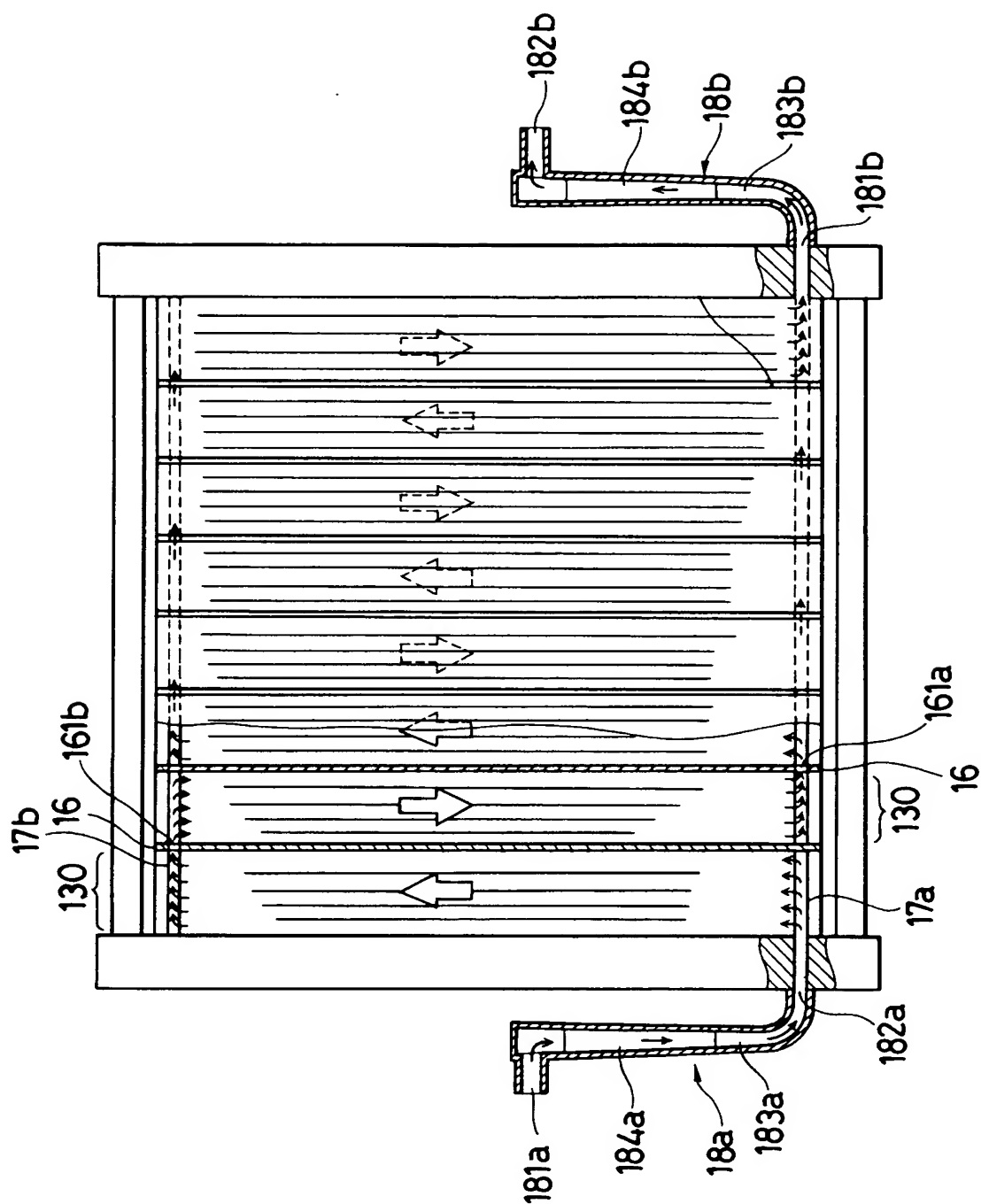




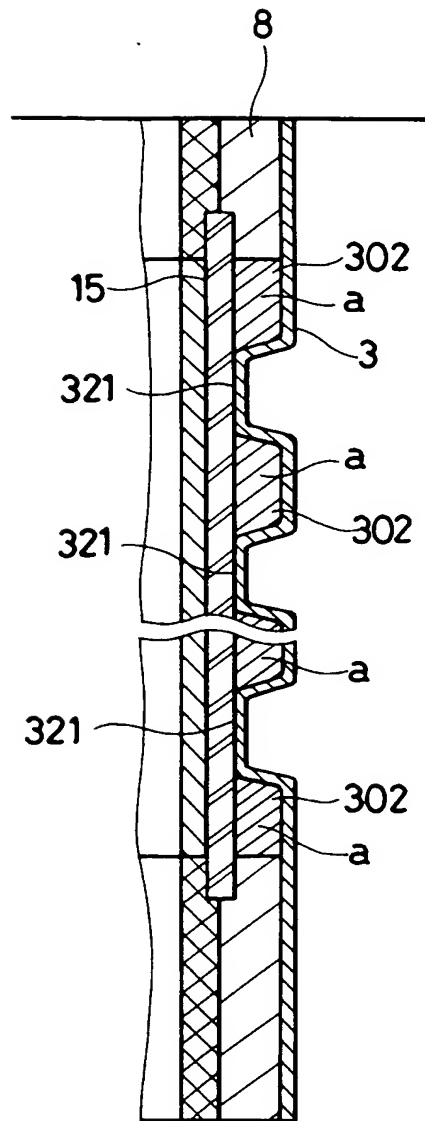
【図 8】



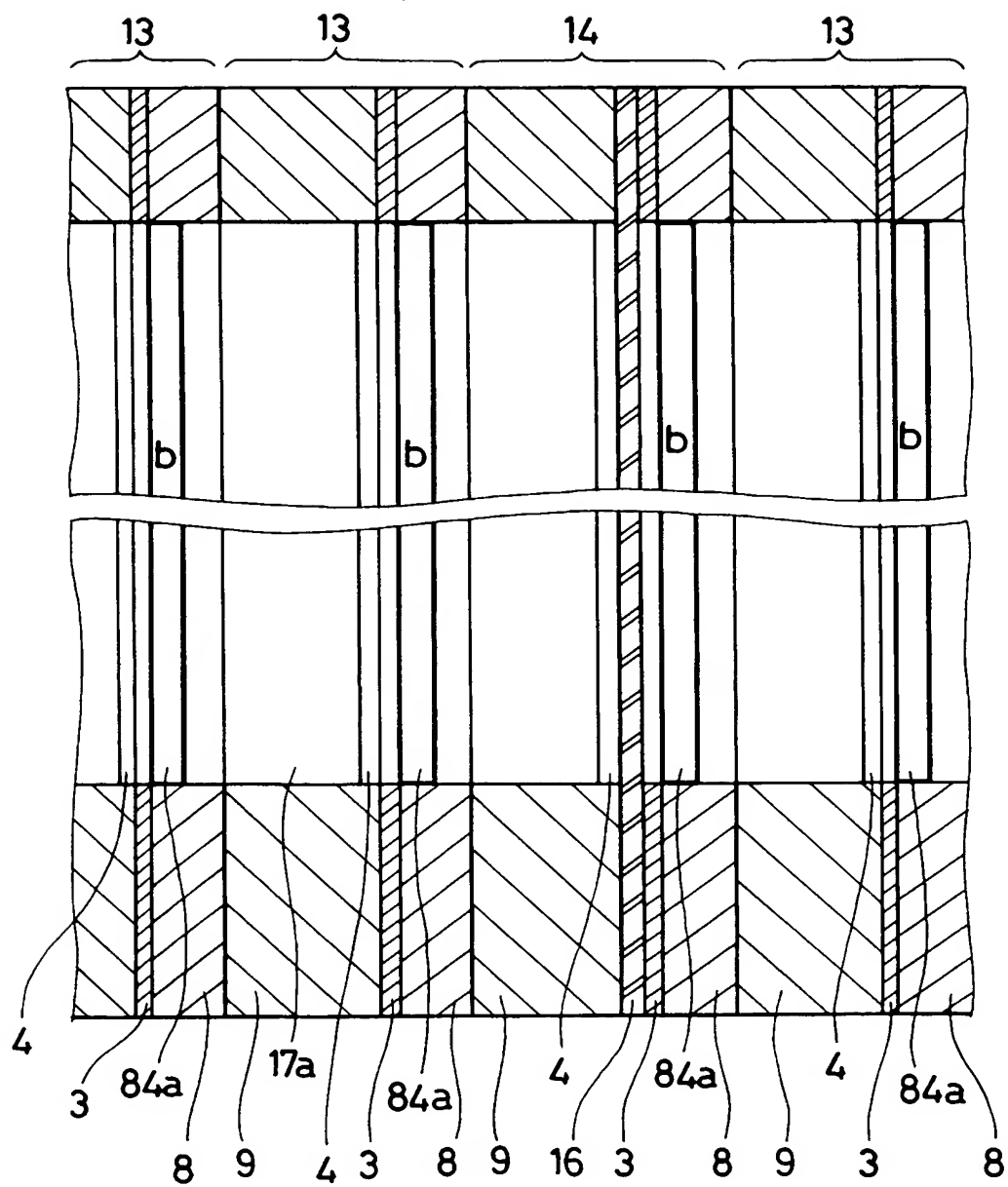
【図 9】



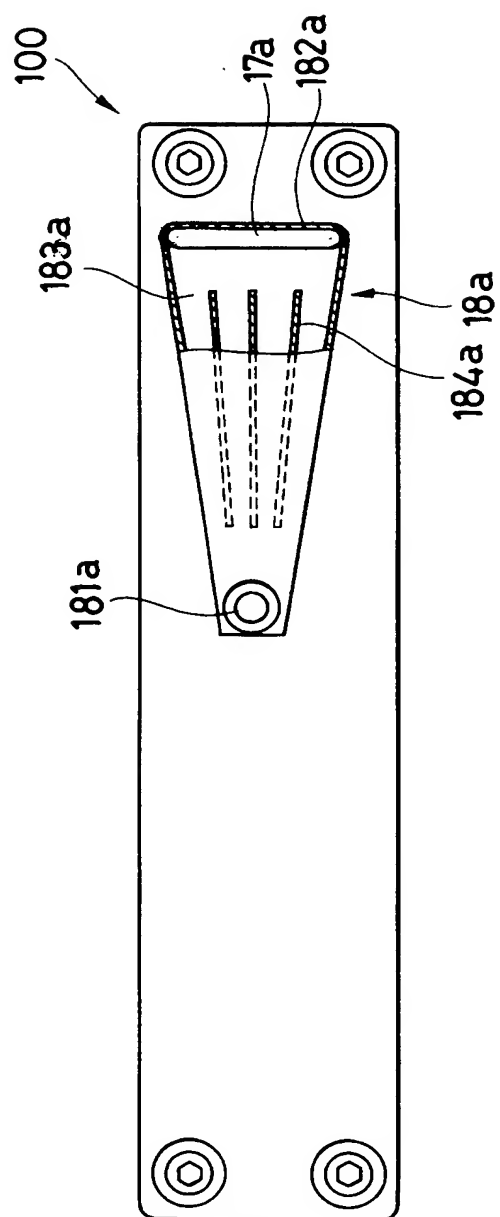
【図 1 0】



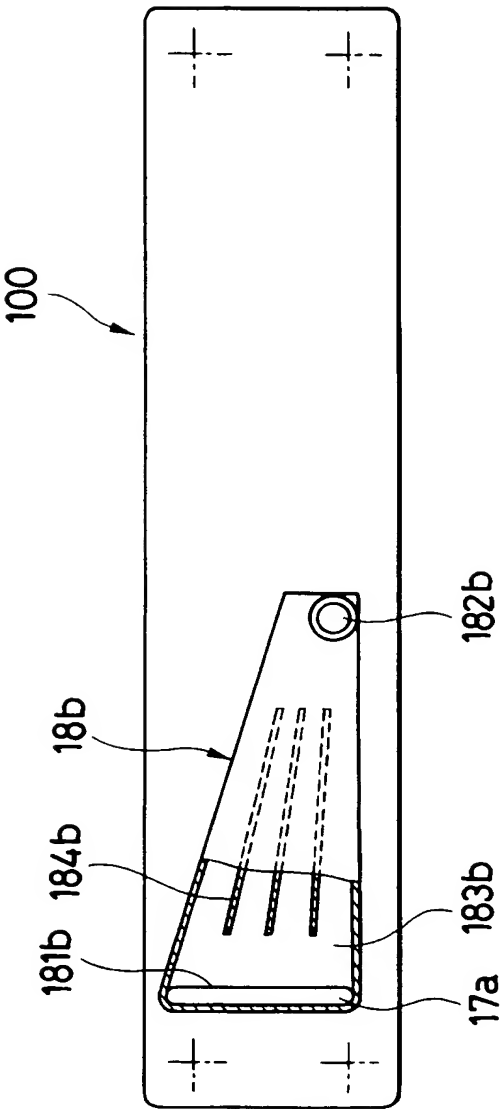
【図 1 1】



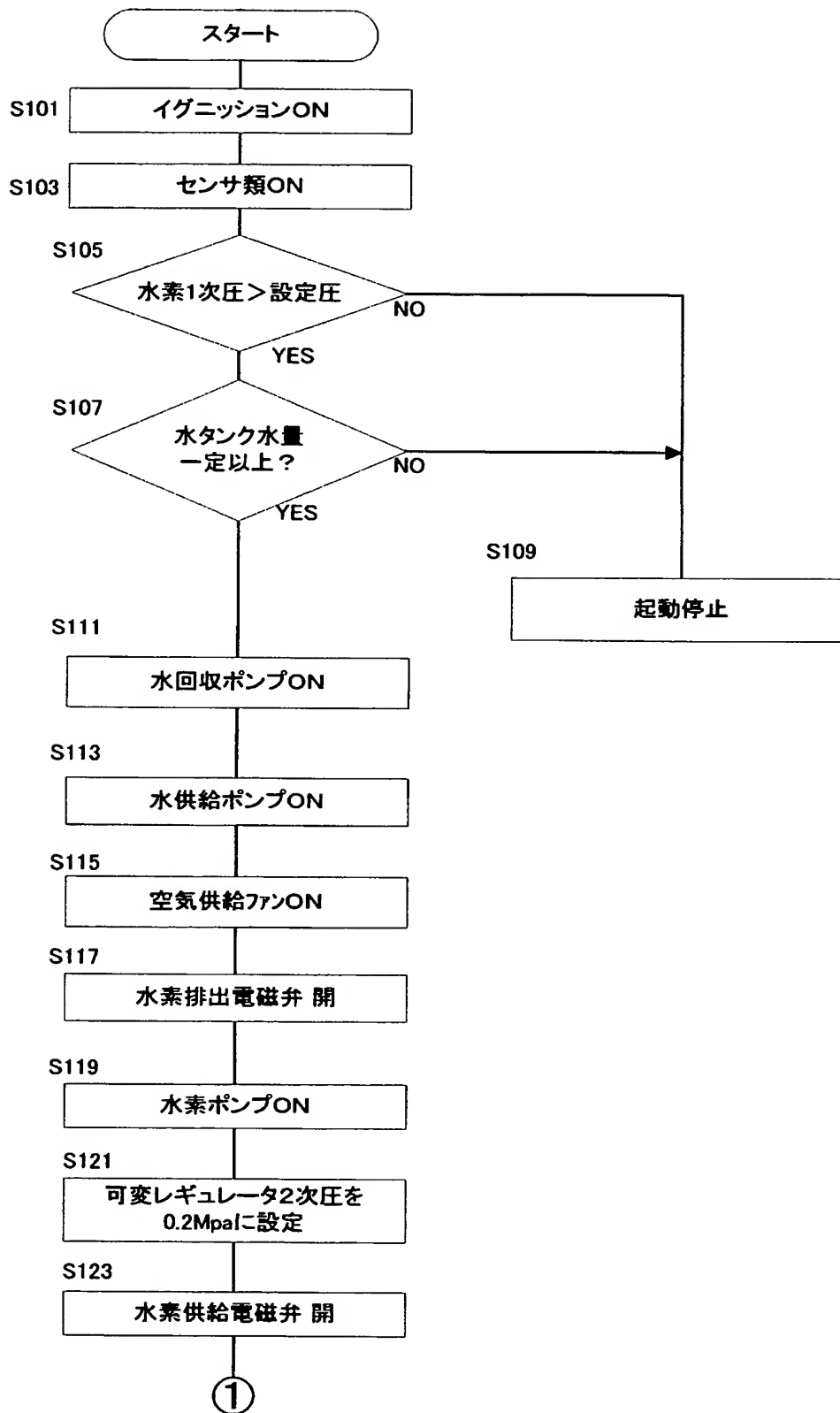
【図 12】



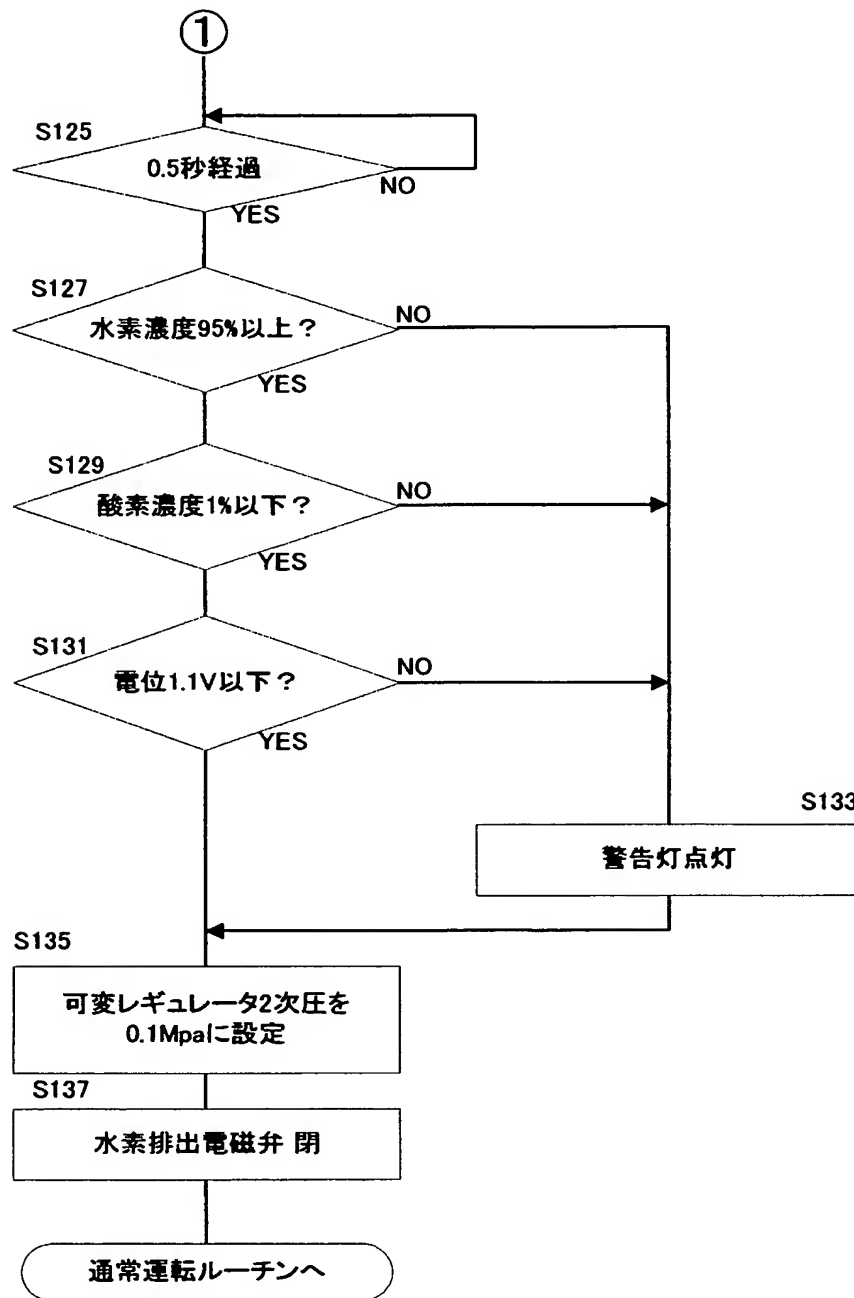
【図 1 3】



【図 14】

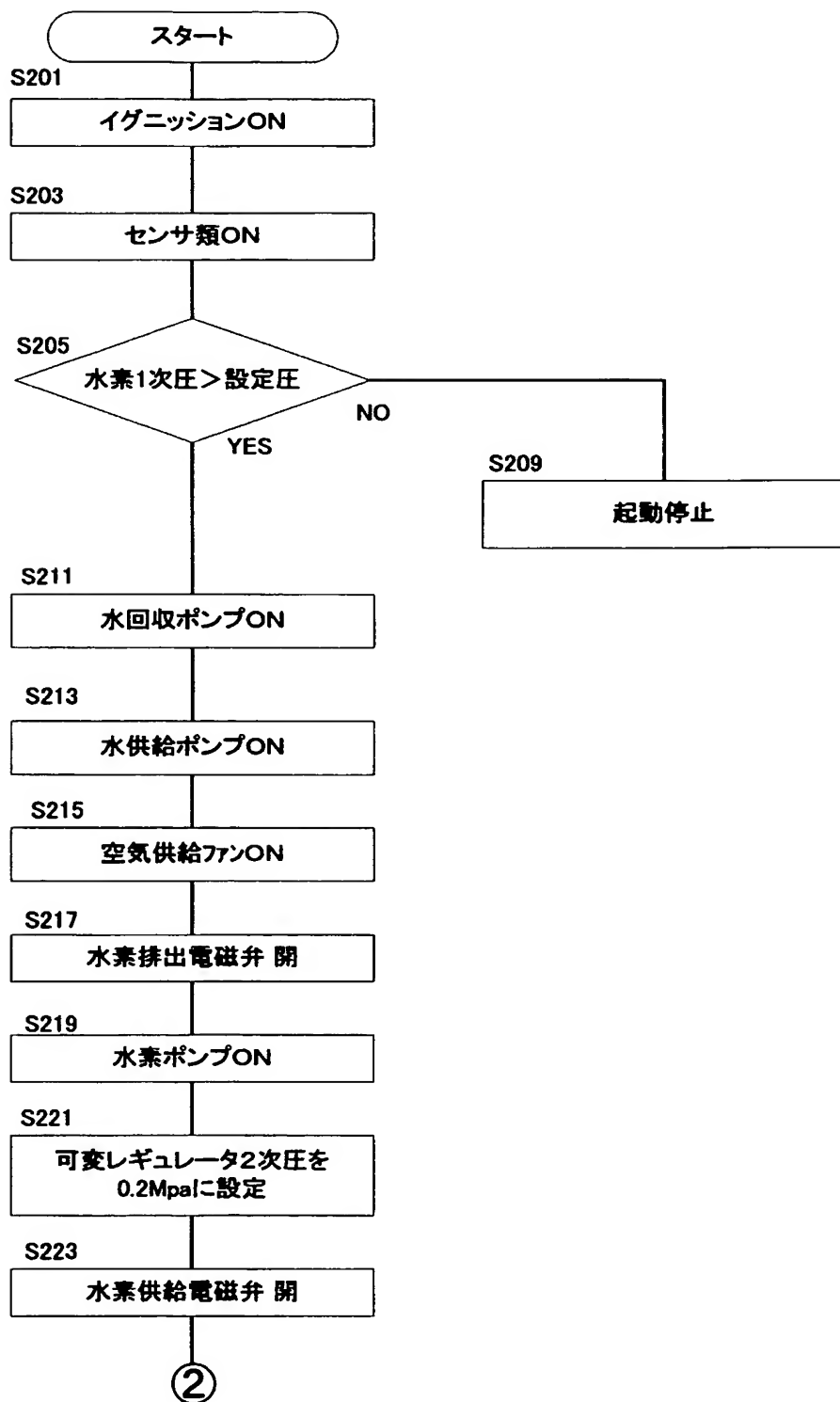


【図 15】

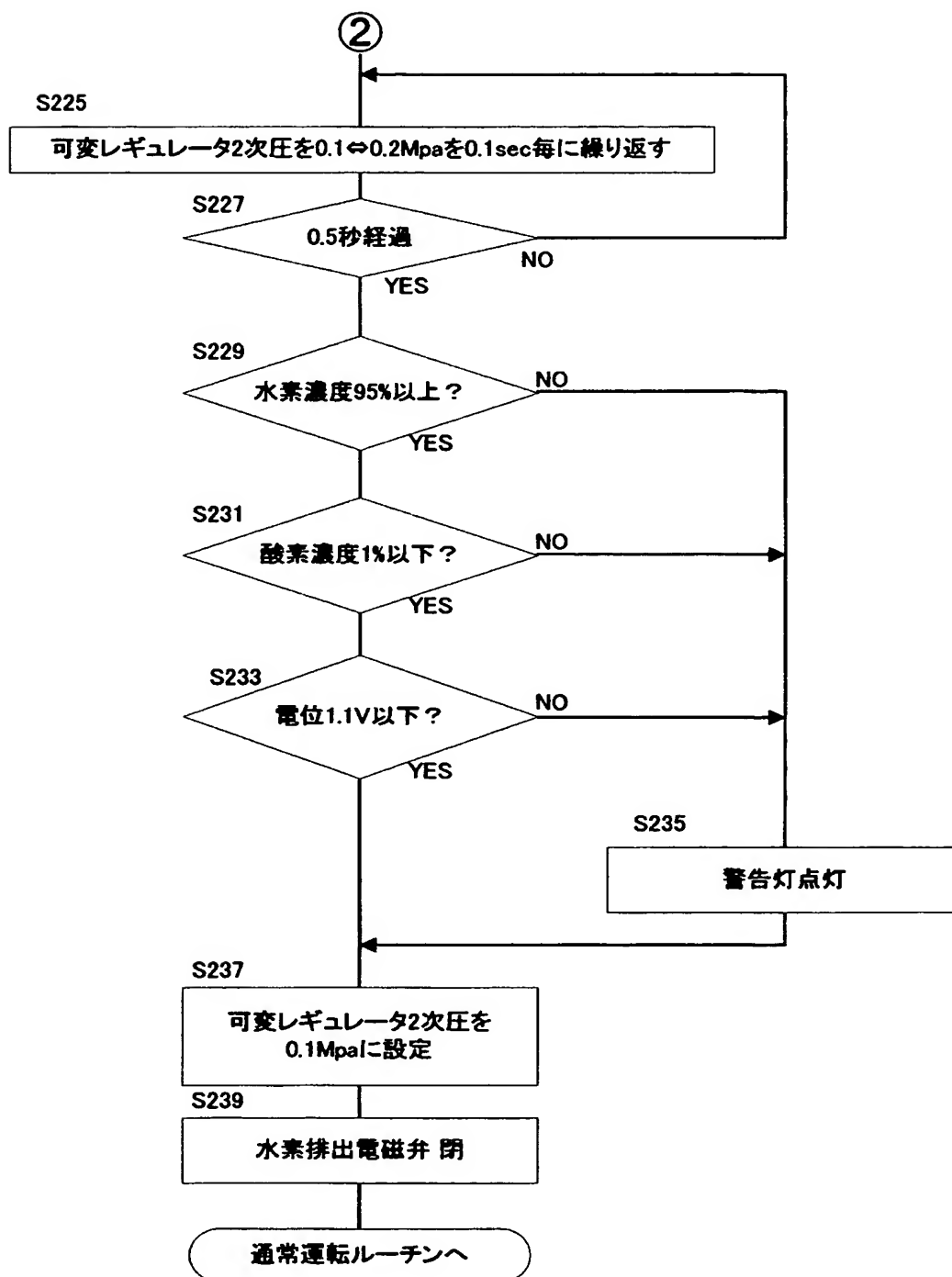




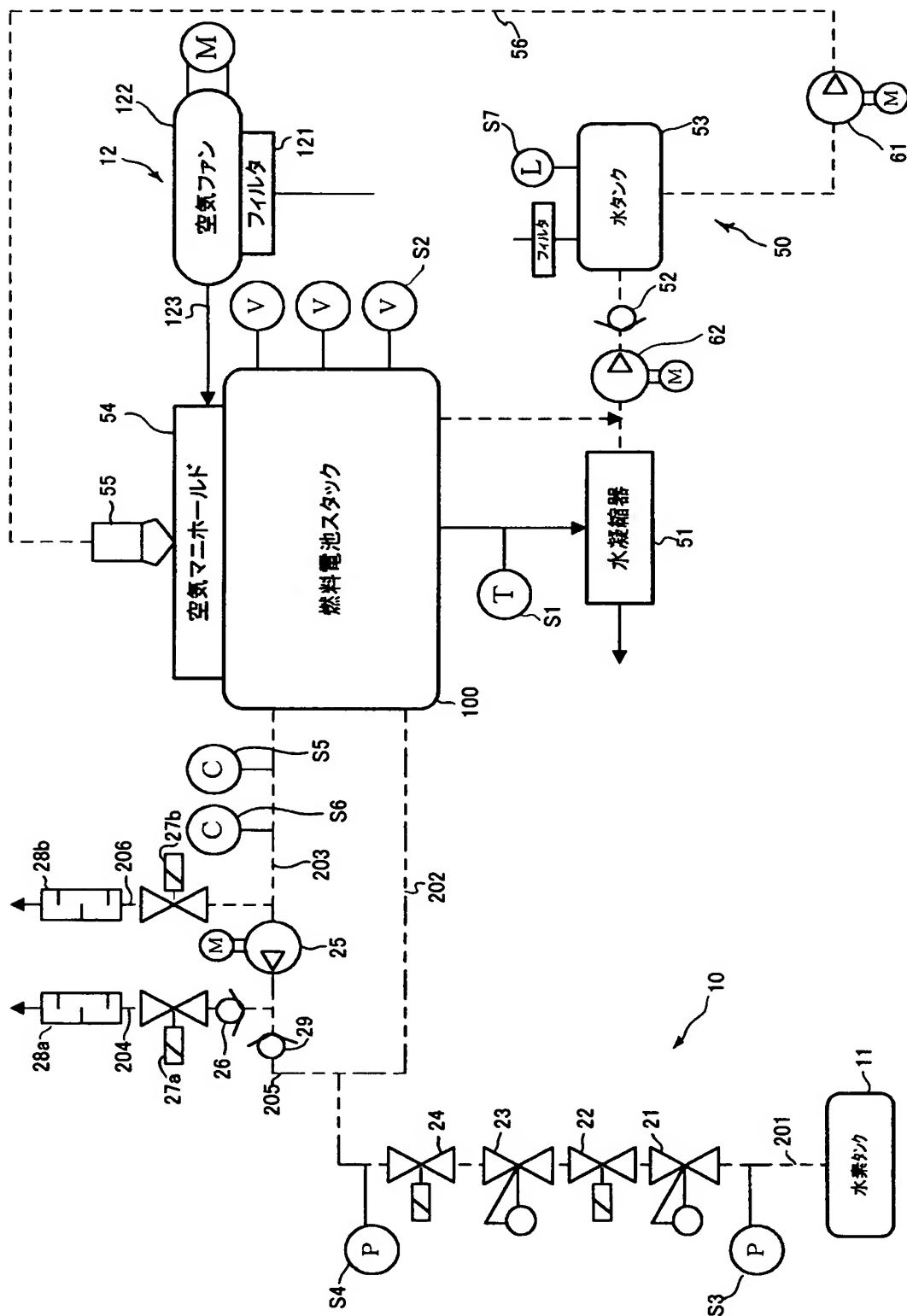
【図 16】



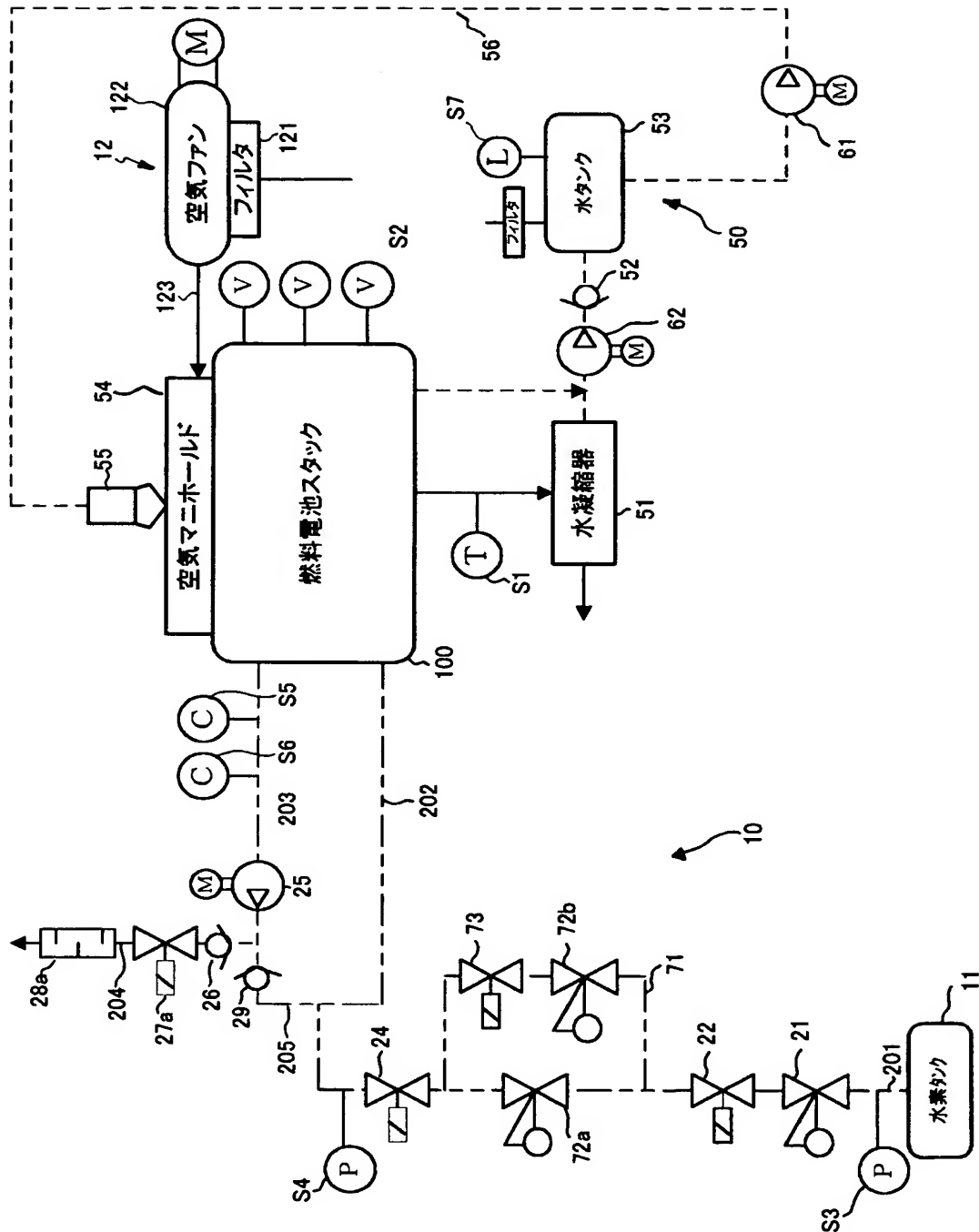
【図 17】



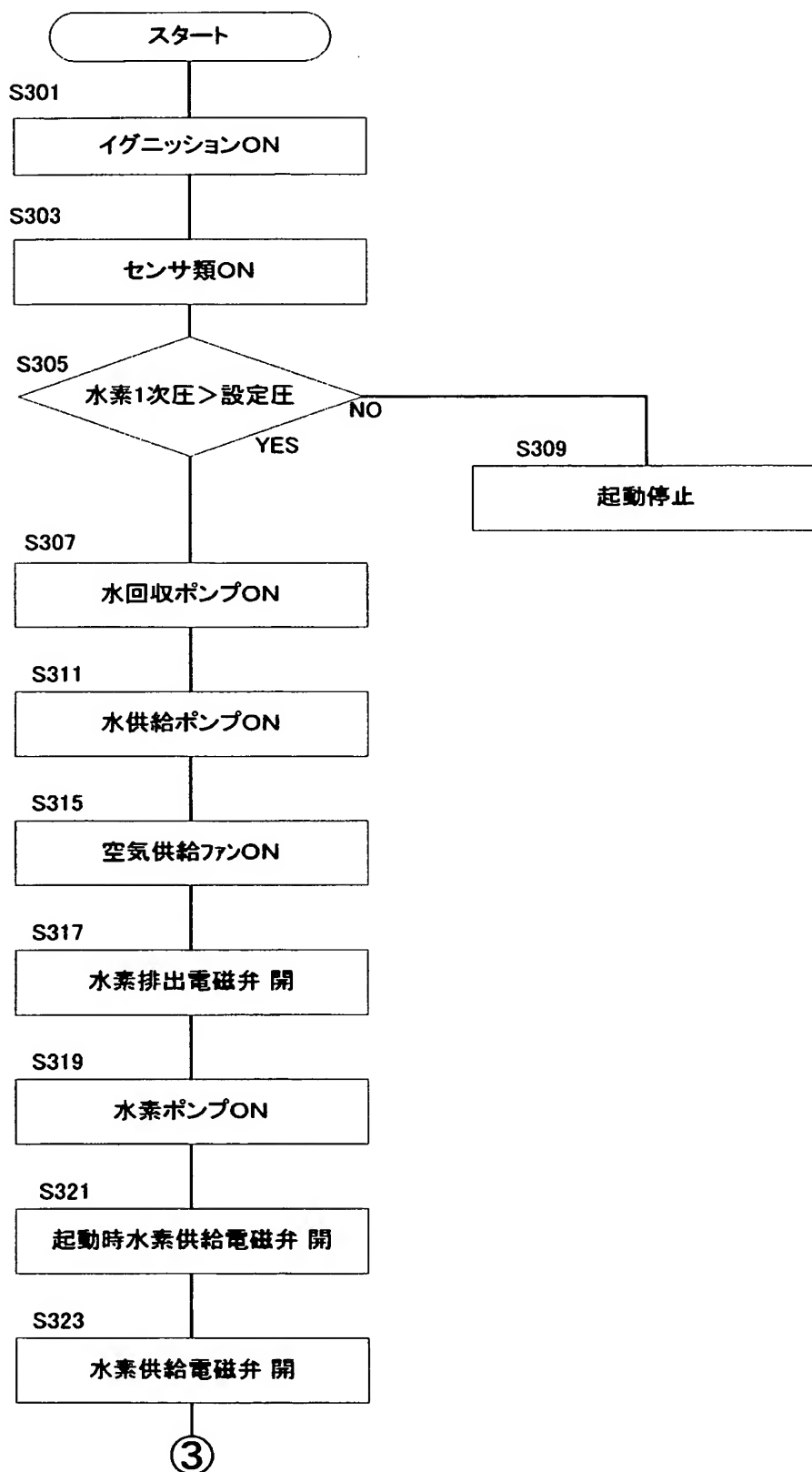
【図 18】



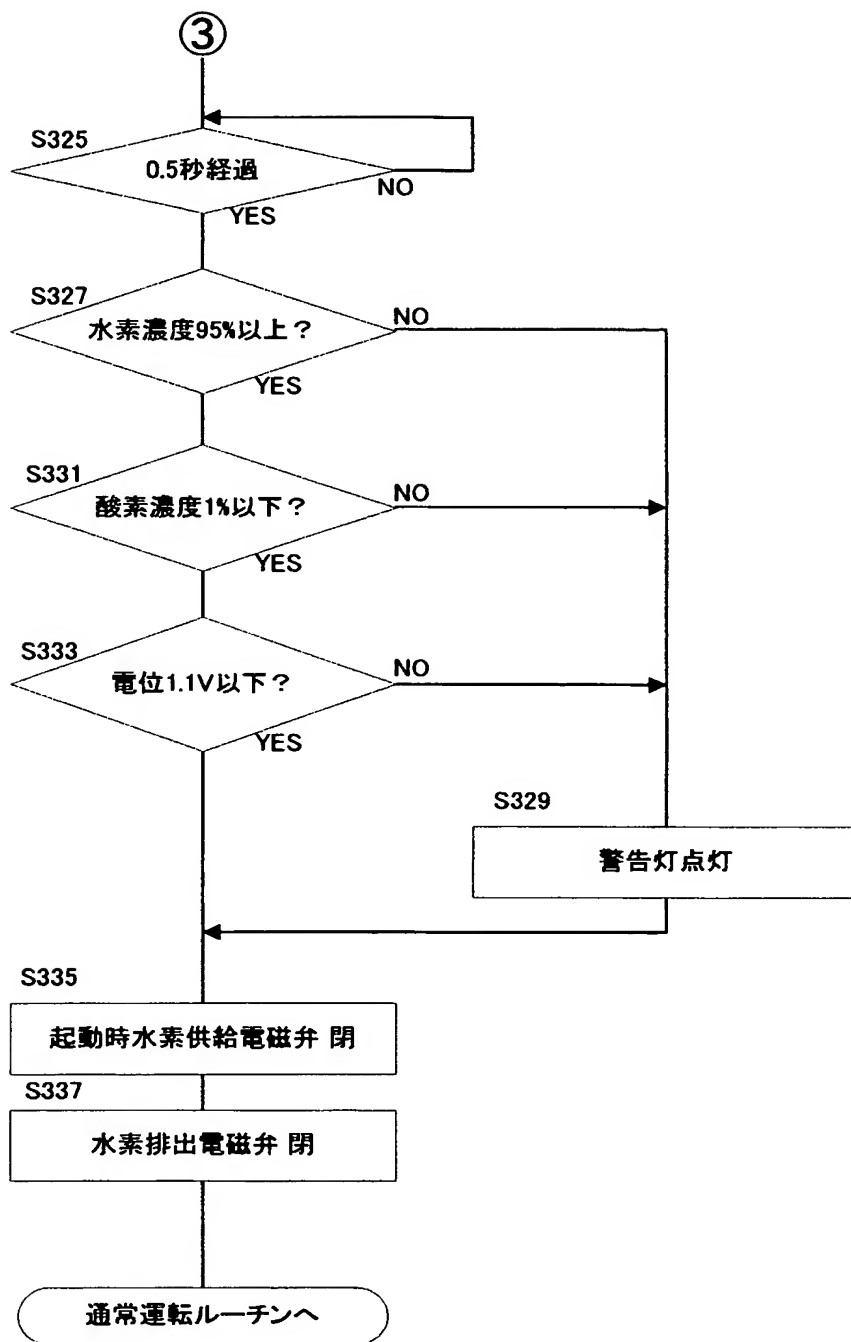
【図 19】



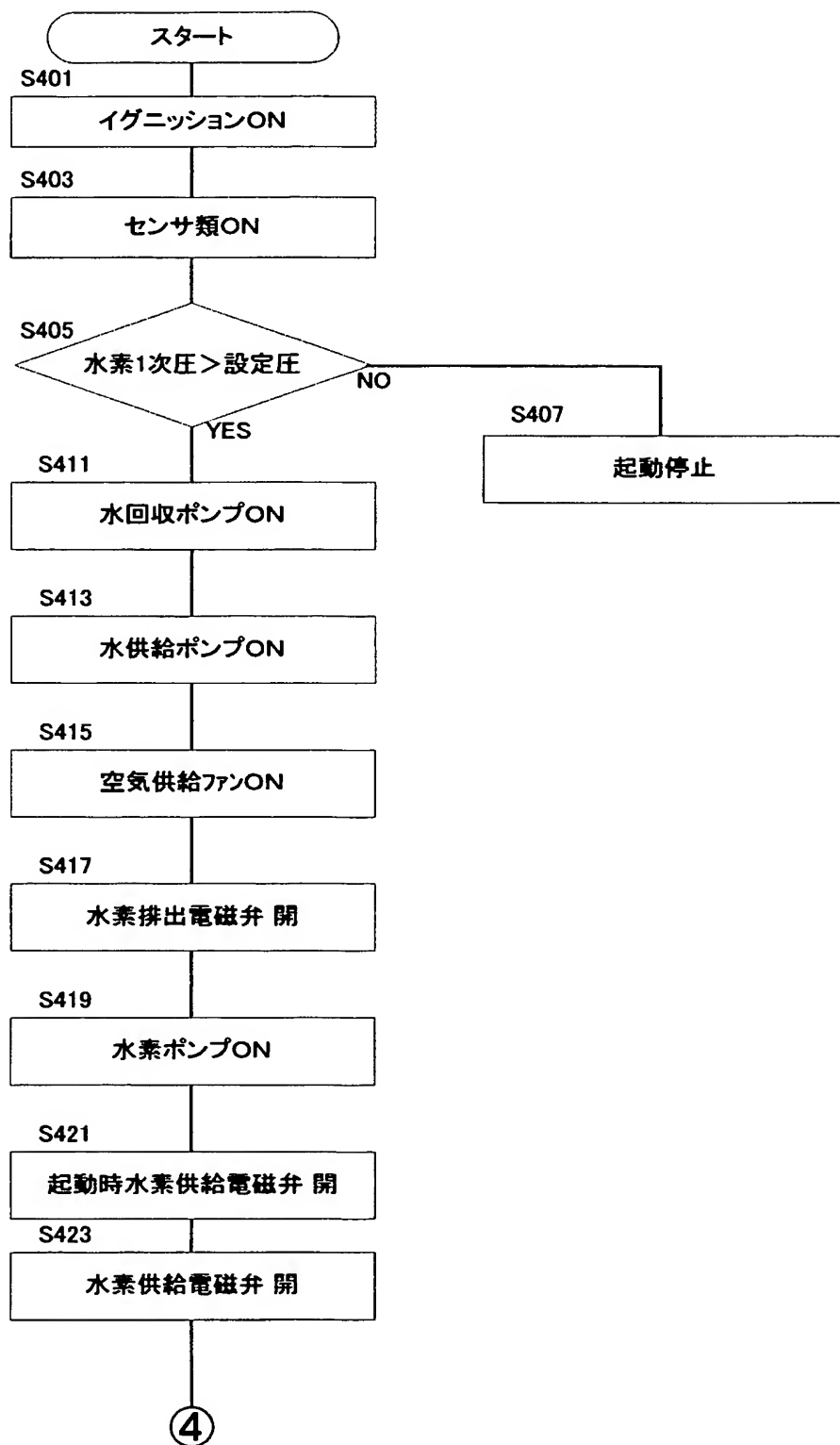
【図 20】



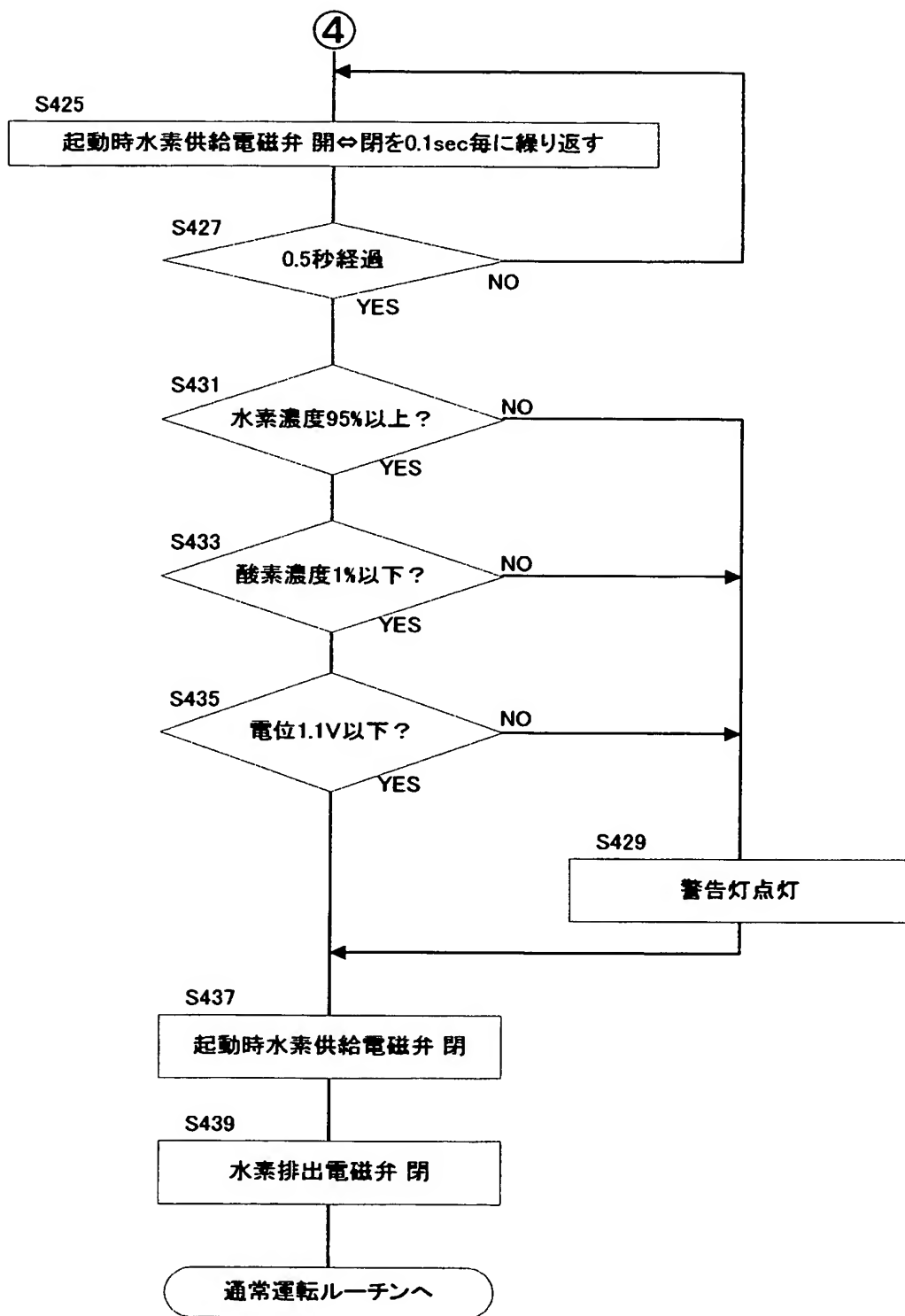
【図 21】



【図 22】



【図 23】





**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 電極の劣化を抑制する燃料電池システムを提供する。

**【解決手段】** 燃料電池スタック 1 0 0 に供給される水素ガスを、二次圧可変調圧弁 2 3 を介して供給する。起動時において、二次圧可変調圧弁 2 3 の設定値を、通常運転時における供給圧よりも高く設定し、水素ポンプ 2 5 の駆動とともに、水素供給電磁弁 2 4 を開放し、燃料室内に残留している酸素を、短時間で排出し、水素ガスに置換する。高圧により水素ガスが供給されるので、水素ガスへの置換時間が短縮されるとともに、ガスの滞留が抑制され、各燃料室内での水素ガスへの置換が迅速かつ均一に行われる。

**【選択図】** 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 8 4 5 6 7
受付番号	5 0 2 0 1 4 5 8 1 0 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 4 年 9 月 3 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 9月27日
-------	-------------

次頁無

特 願 2 0 0 2 - 2 8 4 5 6 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 9 1 2 6 1 5 0 9 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 1 年 1 1 月 2 2 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 千 代 田 区 外 神 田 2 丁 目 1 9 番 1 2 号

氏 名

株 式 会 社 エ ク オ ス ・ リ サ ー チ